ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 16 AOUT 1961.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE-GEORGES BARRILLON.

PRÉSENTATION DE SAVANTS ÉTRANGERS.

M. le **Président** signale la présence de M. **Roland Lamontagne**, Professeur d'Histoire des sciences à la Faculté des lettres de l'Université de Montréal, Canada. Il souhaite la bienvenue à celui-ci et l'invite à prendre part à la séance.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Éducation nationale** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats à la Chaire d'Entomologie du Muséum national d'histoire naturelle.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

OUVRAGES PRÉSENTÉS OU REÇUS.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Jean Paris. *Greffes et sérologie chez les Éponges siliceuses.*

2° P. Lorenza Lombardi. *Difficoltà di sfarfallamento in* Bombyx mori *L. della razza « TG » a bava lunga.* Estratto dal *Bollettino di zoologia agraria e di Bachicoltura.*

3° P. Lorenza Lombardi. *Notizie retrospettive intorno alla stazione sperimentale di Gelsicoltura e Bachicoltura di Ascoli Piceno.* Estratto dagli *Annali della Sperimentazione Agraria.*

4° P. Lorenza Lombardi. *Allevamenti estivi ed Estivi-Autunnali* (*Cenni di una sperimentazione continua, varia e interessante dal* 1871 *al* 1960).

5° P. Lorenza Lombardi. *Cenni sullo studio del « Fiocchetto » sulla bava serica del* Bombyx Mori *L. Indagini su vecchie razze e selezioni per ovature isolate.* Estratto dalla Rivista *Agricoltura delle Venezie.*

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTROPHYSIQUE ET AÉRONOMIE. — *Sur les variations d'intensité des raies* H_α *et* [N II] 6 583 Å *dans le spectre du ciel nocturne.* Note de MM. **Jean Dufay, Maurice Dufay** et **Nguyen Huu-Doan** (*).

Les fortes variations d'intensité des raies H_α et [N II] 6 583 Å dans le spectre du ciel nocturne résultent souvent du passage de régions galactiques H II dans le champ des spectrographes. C'est seulement hors de la Voie Lactée qu'on peut isoler la raie H_α émise dans l'espace interplanétaire ou, plus probablement, dans la haute atmosphère.

1. L'étude des variations d'intensité de la raie H_α dans le spectre du ciel nocturne a été poursuivie à l'Observatoire de Haute-Provence (latitude 43° 56′ N, longitude 23^{m} E), avec le spectrographe à réseau décrit dans une Note précédente (¹) (dispersion 48 Å/mm). Un léger voile préalable des films Eastman 103 *a* E permet d'abréger les poses et d'obtenir un spectre en une seule nuit. 28 spectrogrammes ont été obtenus ainsi, pendant des nuits sans lune (²), du 12 janvier au 17 juillet 1961, en visant à 15° de l'horizon Nord.

Tous montrent la raie H_α fine, entre les raies de rotation P_1 (3) et P_2 (4) de la bande (6,1) de OH (*fig.* 1). De janvier à mars son intensité a augmenté assez régulièrement et est passée par un maximum autour de la nouvelle lune d'avril (entre le 9 et le 18). Elle a diminué ensuite plus rapidement et paraît s'être stabilisée en juin-juillet. Le 16 et le 18 avril l'intensité photographique de H_α atteignait presque celle de la raie [O, I] 6 364 Å (*fig.* 1 *b*).

En se basant sur les intensités absolues moyennes des raies de la bande (6,1) données par G. Kvifte (³), on peut estimer qu'à 15° de l'horizon Nord l'intensité de H_α a varié en gros de 5 à près de 20 rayleighs. C'est exactement l'amplitude trouvée dans des conditions analogues par V. S. Prokudina, à Zvenigorod (latitude 51° 03′ N) (⁴). A Alma-Ata, en décembre 1957 et janvier 1958, R. X. Haynoullina et Z. V. Kariahina (⁵) ont mesuré, pour H_α à 20° de l'horizon, des intensités comprises entre 4,1 et 6,4 rayleighs.

La raie [N II] 6 583 Å, visible sur 15 de nos clichés (de janvier à mai), se trouve renforcée en même temps que H_α, comme l'a déjà noté Kvifte (³), lorsqu'il a signalé pour la première fois la présence des raies de [N II] dans le spectre du ciel nocturne. C'est, entre 5 500 et 6 700 Å, la seule radiation dont l'intensité paraisse en relation avec celle de H_α.

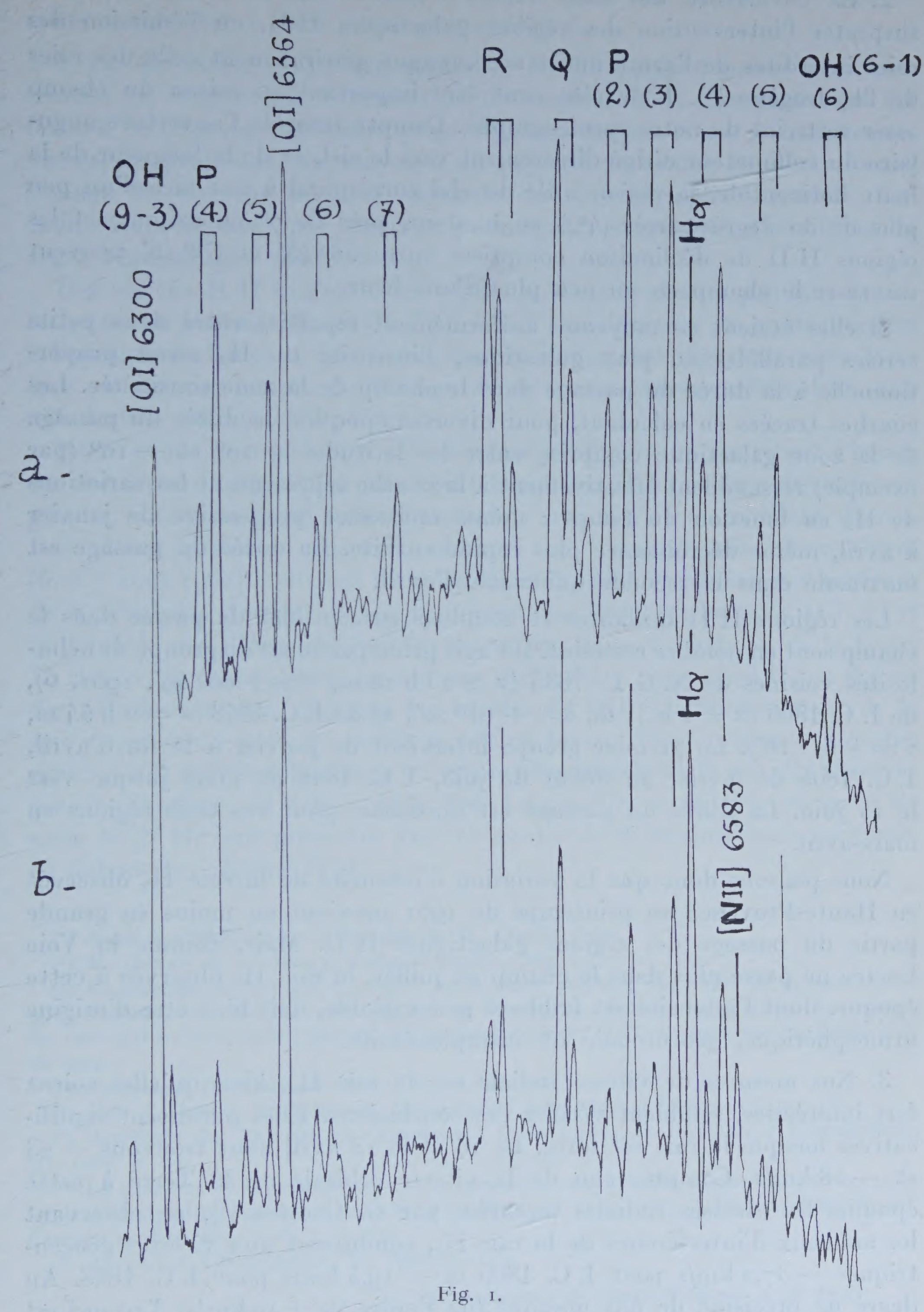


Fig. 1.

a. Spectre du 12 janvier 1961, pose 9 h 55 m.
b. Spectre du 18 avril 1961, pose 6 h 45 m.

2. La covariance des raies H_α et 6 583 Å conduit naturellement à suspecter l'intervention des régions galactiques H II, où l'émission des raies interdites de l'azote ionisé accompagne généralement celle des raies de l'hydrogène [6]. Leur rôle peut être important en raison du champ assez restreint de notre spectrographe. Compte tenu de l'ouverture angulaire du collimateur dirigé directement vers le ciel, et de la longueur de la fente horizontale, la région utile du ciel correspond à une aire d'un peu plus de 30 degrés-carrés (4°,5 en hauteur, près de 7° en azimut) et les régions H II de déclinaison comprises entre 58° 45′ et 63° 15′ peuvent traverser le champ en un peu plus d'une heure.

Si elles étaient en moyenne uniformément réparties entre deux petits cercles parallèles au plan galactique, l'intensité de H_α serait proportionnelle à la durée du passage dans le champ de la zone considérée. Les courbes tracées en calculant, pour diverses époques, la durée du passage de la zone galactique comprise entre les latitudes + 10° et — 10° (par exemple) ressemblent effectivement à la courbe représentant les variations de H_α en fonction du temps : même croissance progressive de janvier à avril, même décroissance plus rapide ensuite. La durée du passage est maximale dans la seconde quinzaine d'avril.

Les régions H II brillantes et étendues susceptibles de passer dans le champ sont en nombre restreint. Il s'agit principalement du groupe de nébulosités voisines de N. G. C. 7635 ($\alpha \simeq 23$ h 18 m, $\delta \simeq +60° 49'$, 1961, 0), de I. C. 1805 ($\alpha = 2$ h 31 m, $\delta = +61° 20'$) et de I. C. 1848 ($\alpha = 2$ h 54 m, $\delta = +61° 18'$). Le premier groupe intervient de janvier à la fin d'avril, I. C. 1805 de février au début de juin, I. C. 1848 de mars jusque vers le 15 juin. La durée du passage est maximale pour ces trois régions en mars-avril.

Nous pensons donc que la variation d'intensité de la raie H_α observée en Haute-Provence au printemps de 1961 provient au moins en grande partie du passage des régions galactiques H II. Mais, comme la Voie Lactée ne passe plus dans le champ en juillet, la raie H_α observée à cette époque, dont l'intensité est faible et peu variable, doit bien être d'origine atmosphérique, géocoronale ou interplanétaire.

3. Nos mesures de vitesse radiale sur la raie H_α, bien qu'elles soient fort imprécises, semblent vérifier ces conclusions. Elles paraissent significatives lorsque la raie est forte. Le 16 et le 18 avril nous trouvons — 23 et — 18 km/s. Compte tenu de la vitesse orbitale de la Terre à cette époque, les vitesses radiales mesurées par G. Courtès [7], en observant les anneaux d'interférence de la raie H_α, conduisent aux vitesses géocentriques — 37,2 km/s pour I. C. 1805 et — 19,5 km/s pour I. C. 1848. Au degré de précision de nos mesures (de l'ordre de $\pm$ 10 km/s), l'accord est assez satisfaisant.

Les mesures, moins sûres, des clichés de février et de juillet, donnent

au contraire des vitesses radiales sensiblement nulles, comme si le phénomène « terrestre » était alors prépondérant.

4. La discussion des observations de Kvifte ([3]) met encore plus clairement en évidence la contribution des régions H II. Ses poses ont été faites à Ås (Norvège, latitude 59° 40′ N), dans des azimuts et à des hauteurs variés, en projetant, au moyen d'un objectif de courte longueur focale, l'image du ciel sur la fente verticale du spectrographe immobile. Les indications données par l'auteur permettent en général d'identifier les régions galactiques observées.

Des régions H II brillantes sont passées dans le champ pendant toutes les poses où les raies H_α et [N II] 6 583 Å sont intenses et, contrairement à l'opinion de l'auteur, les renforcements importants des deux raies localisés en certains points de l'image de la fente, correspondent bien aux nébulosités d'*Orion* et du *Cygne*.

Nous avons entrepris des observations analogues en projetant l'image du ciel, avec un objectif à très court foyer, sur la fente de notre spectrographe, monté sur une table équatoriale qui suit le mouvement diurne. Les deux premiers spectres obtenus en visant près de α *Cygni* (6 et 7 août 1961) montrent les raies H_α et 6 583 Å localisées aux environs de la nébuleuse *America*. H_α est beaucoup plus forte que les raies [O I] 5 577 et 6 300 Å, qui s'étendent uniformément sur toute la longueur de la fente. La durée des poses (4 h 45 m) n'a pas suffi à faire apparaître H_α en dehors des nébulosités, non plus que les bandes de OH. L'affaiblissement de la raie « terrestre » près du zénith paraît en faveur d'une origine atmosphérique plutôt qu'interplanétaire ou même géocoronale de la raie H_α observée près de l'horizon, en dehors de la Voie Lactée. On ne sait pas encore si les raies de [N II] sont présentes dans le spectre de la luminescence nocturne, en dehors des régions H II.

(*) Avec la collaboration technique de M. Claude Joly.

([1]) M. Dufay et J. Dufay, *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 4191.

([2]) La présence de la Lune au-dessus de l'horizon pendant une partie de la pose a pour effet d'affaiblir la raie H_α, qui apparaît en absorption dans le ciel lunaire. Les clichés de 1960 qui ne montraient pas H_α en émission avaient été influencés par un faible clair de lune.

([3]) *Geofysiske Publikajoner*, Oslo, 20, n° 12, 1959.

([4]) *Voir* J. Dufay, *Draft Report, International Astronomical Union*, 1961, p. 191.

([5]) *Académie des Sciences du Kasakstan. Informations de l'Institut d'Astrophysique*, 10, 1960, p. 52.

([6]) La présence de H_α sur un spectre du ciel nocturne, à faible dispersion, pris en 1949, avait déjà été attribuée aux régions H II du *Cygne* (J. Cabannes, J. Dufay et M. Dufay, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1233).

([7]) *Annales d'Astrophysique*, 23, 1960, p. 115.

(*Observatoires de Haute-Provence et de Lyon*;
Institut de Physique générale de l'Université de Lyon.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

PRÉSENTÉS OU TRANSMIS PAR LES MEMBRES ET CORRESPONDANTS.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur la structure du groupe* Γ *associé à une variété différentiable compacte.* Note (*) de M. **Costake Teleman**, transmise par M. Joseph Pérès.

Les représentations de dimension finie du groupe Γ défini dans (¹) ont des algèbres de Lie réductives. Le centre de $\omega(\Gamma)$ n'est pas trivial.

Théorème 1. — *Si le groupe de Lie* H *est l'image d'une représentation* φ *du groupe* Γ, *l'algèbre de Lie de* H *est réductive.*

Démonstration. — En identifiant H au groupe quotient de Γ et du noyau de φ, ρ induit sur la composante connexe H_0 de l'unité de H une métrique invariante par rapport aux translations (à droite et à gauche) de H. Or un groupe de Lie H admettant une telle métrique transmet cette propriété à chacun de ces sous-groupes, donc il ne peut contenir aucun sous-groupe résoluble non abélien, donc l'algèbre de H est réductive. En effet, on peut vérifier qu'un groupe de Lie résoluble non abélien à deux ou trois paramètres n'admet aucune métrique invariante.

Théorème 2. — *Le groupe* Γ *possède un diviseur normal* N, *ne se réduisant pas à l'unité de* Γ, *contenu dans tous les noyaux des représentations de* Γ *sur les groupes de Lie semi-simples* (*qui sont compacts, en vertu du théorème* 1).

Démonstration. — Le groupe Γ admet un homomorphisme continu ω sur un sous-groupe partout dense du groupe de Lie généralisé $\mathcal{L}$ limite projective des groupes de Lie H, images des représentations de Γ, et de leurs homomorphismes. $\mathcal{L}$ admet une représentation p_K sur le groupe compact K limite projective des groupes H compacts semi-simples, et une représentation p_A sur le groupe abélien A limite projective des groupes H abéliens.

Supposons que pour tout $\gamma \in \Gamma$, différent de l'unité de Γ, $(p_K \circ \omega)(\gamma)$ est différent de l'unité e de K. Alors si $\gamma \neq \gamma'$, on a

$$(p_K \circ \omega)(\gamma) \neq (p_K \circ \omega)(\gamma').$$

En associant à chaque $k \in K' = (p_K \circ \omega)(\Gamma)$ l'élément $h(k) = (p_A \circ (p_K \circ \omega)^{-1})(k)$, on obtient un homomorphisme h de K′ dans A, et l'on a

$$h \circ p_K \circ \omega = p_A \circ \omega = a,$$

a étant un homomorphisme continu de Γ dans A.

Soit α une représentation de A *sur* un groupe de Lie abélien et ouvert C.

Alors $\alpha \circ a$ est une représentation de Γ sur C, qui définit une connexion infinitésimale dans un espace fibré sur X et induit par suite une représentation $\alpha \circ p_A$ de $\mathcal{L}$ sur C. Si $u = \omega(\gamma)$, $\gamma \in \Gamma$, on a

$$(\alpha \circ p_A)(u) = (\alpha \circ p_A \circ \omega)(\gamma) = (\alpha \circ a)(\gamma) = (\alpha \circ h \circ p_K \circ \omega)(\gamma)$$
$$= (\alpha \circ h \circ p_K)(u),$$

donc si C′ est un ensemble ouvert de C,

$$(\alpha \circ h)^{-1}(C') = p_K((\alpha \circ p_A)^{-1}(C')) \cap K',$$

ce qui montre que $\alpha \circ h$ est une application continue du sous-groupe K′ de K sur C. K′ étant partout dense dans K, $\alpha \circ h$ s'étend à un homomorphisme continu de K sur C, donc C résulte compacte, contrairement à l'hypothèse faite sur C.

Pour achever la démonstration, il reste à montrer qu'on peut choisir le groupe C ouvert. Or il suffit de remarquer qu'on obtient un tel groupe, en considérant une forme différentielle du premier degré non fermée sur X, qui définit une connexion infinitésimale sur le fibré linéaire trivial $X \times R$ sur X.

Remarque. — Le groupe $\omega(N)$ résultant du théorème 2 est le centre du groupe $\omega(\Gamma)$. On peut voir que Γ contient aussi un sous-groupe M, tel que $(p_A \circ \omega)(M)$ se réduise à l'unité de A : c'est le sous-groupe des commutateurs de Γ.

COROLLAIRE. — *Dans l'espace X, il existe une famille de chemins fermés c, n'appartenant pas à des surfaces d'aire nulle, tels que l'effet du transport parallèle le long de ces chemins soit nul, pour toute structure d'espace riemannien irréductible sur X.*

En effet, *c* sont les chemins dont les classes mod R appartiennent au groupe N, si $\dim X > 2$.

Remarque. — Les résultats précédents restent valables si l'on remplace le groupe Γ par son sous-groupe Γ_g défini à la fin de la Note [1].

(*) Séance du 7 août 1961.

[1] C. TELEMAN, *Comptes rendus*, 253, 1961, p. 935.

HYDRAULIQUE. — *Sur le calcul de l'effet tangentiel supplémentaire dans le courant plan turbulent.* Note de M. **Alexandru Vasilescu**, transmise par M. Léopold Escande.

Nos hypothèses de calcul sont les suivantes :

a. Considérons dans un courant de fluide un point caractérisé par la vitesse moyenne $\bar{u}\,(\bar{u}_x, \bar{u}_y)$ et la vitesse de pulsation $u'\,(u'_x, u'_y)$ grâce au courant pulsant, il passera par ce point à un moment donné un très petit volume de fluide v de masse m et de vitesse u'_y parcourant un certain chemin s.

On écrira l'effet tangentiel supplémentaire sous la forme

$$\tau = c_1 \frac{m u'_y s}{v} \frac{d\bar{u}_x}{dy}$$

en admettant l'hypothèse que cet effort est proportionnel au produit de l'action spécifique par le gradient de vitesse. On appelle action spécifique le produit :

$$\rho u'_y s.$$

b. Le chemin parcouru est proportionnel à la distance y du mur

$$s = c_2 y.$$

c.

$$u'_y = c_3 \bar{u}_x,$$

d'où

(1) $$\tau = c \rho y \bar{u}_x \frac{d\bar{u}_x}{dy}.$$

Distribution des vitesses dans le courant turbulent le long des murs lisses et rugueux. — En intégrant l'équation (1) on a, avec $y = 0$ pour $\bar{u}_x = 0$,

$$\bar{u}_x = v_* \sqrt{\frac{2}{c} l_n (1 + \mathrm{A} y)};$$

en comparant cette formule aux résultats expérimentaux, on a

$$c = 0{,}0219, \qquad \text{d'où} \qquad \bar{u}_x = 14{,}5 v_* \sqrt{\log(1 + \mathrm{A} y)}.$$

A dépend de la rugosité absolue Δ du mur.

On pose, $\mathrm{A} = b/\Delta$ et l'on admet $b = 0{,}9$, d'où

(2) $$u_x = 14{,}5 v_* \sqrt{\log\left(1 + 0{,}9 \frac{y}{\Delta}\right)}$$

alors que Nikuradze donne

(3) $$\bar{u}_x = 5{,}75 v_* \log\left(1 + 30 \frac{y}{\Delta}\right).$$

On constate que les vitesses exprimées par (2) sont plus petites près du mur,

puis deviennent plus grandes et à une certaine distance du mur deviennent à nouveau plus petites.

Pour tenir compte de l'influence de la viscosité, nous pouvons remplacer Δ par D (ν/v_*).

Les résultats d'expériences permettent de remplacer 0,9/D par

$$\frac{0,9}{D} = \frac{1,41}{(\varphi - 5,35)^2} + \frac{1}{\varphi^2 + 4,7}, \qquad \text{avec} \quad \varphi = \log \frac{v_* y}{\nu}.$$

Mouvement dans les conduites circulaires. — Partant de

$$\bar{u}_x = 14,5 v_* \sqrt{\log\left(1 + 0,9 \frac{y}{\Delta}\right)},$$

pour $y = r$, $\bar{u}_x = \bar{u}_{max}$ et avec $0,9\,(r/\Delta) \gg 1$, on a

$$\bar{u}_{max} = 14,5 v_* \sqrt{\log 0,9 \frac{r}{\Delta}} \tag{4}$$

en utilisant la formule expérimentale de Nikuradze

$$v = \bar{u}_{max} - 4,07 v_*,$$

v, vitesse moyenne dans la section.

On a

$$v = 14,5 v_* \sqrt{\log 0,9 \frac{r}{\Delta}} - 4,07 v_* = v_* \sqrt{\frac{8}{\lambda}}, \tag{5}$$

d'où la valeur de λ

$$\lambda = \frac{1}{\left(5,126 \sqrt{\log 0,9 \frac{r}{\Delta}} - 1,438\right)^2}. \tag{6}$$

Comparant avec la formule de Karman, Prandtl et Nikuradze,

$$\lambda = \frac{1}{\left(2 \log \frac{r}{\Delta} + 1,74\right)^2}$$

la formule (6) donne les mêmes valeurs pour λ dans l'intervalle

$$25 < \frac{r}{\Delta} < 166$$

$$\text{pour} \quad \frac{r}{\Delta} = 10, \qquad \lambda = 0,079 \quad \text{au lieu de } 0,072,$$

$$\frac{r}{\Delta} = 10\,000, \qquad \lambda = 0,013 \quad \text{au lieu de } 0,010.$$

Quant à l'expression de la vitesse

$$\bar{u}_x = 14,5 v_* \sqrt{\log\left\{1 + \left[\frac{1,41}{(\varphi - 5,35)^2} + \frac{1}{\varphi^2 + 4,7}\right] \frac{v_* y}{\nu}\right\}} \tag{7}$$

on peut négliger 1 dans la parenthèse.

Cette expression suit les expériences de Nikuradze dans le système d'axes : abscisse, $\log v_* y/\nu$ et ordonnée $\bar{u}_x/v_*$.

Pour tenir compte de la viscosité dans l'expression du coefficient de vitesse λ ou ψ défini par

$$\frac{v}{v_*} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{\lambda}} \qquad \text{ou} \qquad \frac{\bar{u}_{\max}}{v_*} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\psi}}$$

en partant de

$$\frac{u_{\max}}{v_*} = 14,5\sqrt{\log\frac{v_* r}{\nu} + \log\left[\frac{1,41}{\left(\log\frac{v_* r}{\nu} - 5,35\right)^2} + \frac{1}{\left(\log\frac{v_* r}{\nu}\right)^2 + 4,7}\right]}$$

en tenant compte que

$$\frac{\bar{u}_{\max}}{v_*} - \frac{v}{v_*} + \frac{v}{v_*} = 4,07 + \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{\lambda}},$$

avec

$$\mathrm{R}_e = \frac{v\,2r}{\nu}, \qquad \mathrm{R}_{e_m} = \frac{\bar{u}_{\max} r}{\nu},$$

on a

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 5,125\sqrt{\log\frac{\mathrm{R}_e\sqrt{\lambda}}{5,64} + \log\left[\frac{1,41}{(\log \mathrm{R}_e\sqrt{\lambda} - 6,1)^2} + \frac{1}{\left(\log\frac{\mathrm{R}_e\sqrt{\lambda}}{5,64}\right)^2 + 4,7}\right]} - 1,44$$

et

$$\frac{1}{\sqrt{\psi}} = 10,25\sqrt{\log\frac{\mathrm{R}_{e_m}\sqrt{\psi}}{\sqrt{2}} + \log\left[\frac{1,41}{\left(\log\frac{\mathrm{R}_{e_m}\sqrt{\psi}}{\sqrt{2}} - 5,35\right)^2} + \frac{1}{\left(\log\frac{\mathrm{R}_{e_m}\sqrt{\psi}}{\sqrt{2}}\right)^2 + 4,7}\right]}.$$

Ces équations vérifient très exactement les expériences de Nikuradze.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie de Petiau-Duffin-Kemmer en relativité générale.* Note de M. **André Lichnerowicz**, présentée par M. Louis de Broglie.

Champ de spin 1 ou 0 en formalisme spinoriel sur un espace-temps arbitraire. Expression du propagateur fondamental Γ à l'aide des propagateurs tensoriels et construction du commutateur du champ.

Petiau dans sa thèse, puis Duffin et Kemmer [1] ont étudié les équations d'une particule de spin 1 ou 0 dans un formalisme spinoriel : le champ correspondant peut être décrit par un spineur $\psi = (\psi^a_b)$ [2] une fois contravariant, une fois covariant. Takahashi et Umezawa [3] ont donné, en théorie quantique des champs usuelle, une expression du commutateur de ce champ. Je me propose de montrer ici comment la théorie de Petiau-Duffin-Kemmer peut être étendue à la relativité générale en faisant usage des propagateurs tensoriels ou spinoriels introduits précédemment [4].

1. Soit V_4 un espace-temps admettant des champs de spineurs et supposé strictement rapporté à des repères orthonormés. Les γ^α désignant les matrices de Dirac, posons

$$M\psi = \frac{i}{2}(\gamma^\alpha \nabla_\alpha \psi + \nabla_\alpha \psi \gamma^\alpha), \qquad N\psi = \frac{i}{2}(\gamma^\alpha \nabla_\alpha \psi - \nabla_\alpha \psi \gamma^\alpha),$$

où ∇_α est l'opérateur de dérivation covariante [2]. Les opérateurs M et N satisfont $NM = 0$. De la méthode de fusion de Louis de Broglie, il résulte que nous pouvons adopter comme équation de champ

$$(1) \qquad (M - \varepsilon)\psi = 0 \qquad (\varepsilon = \text{const.})$$

qui entraîne $N\psi = 0$; (1) peut s'écrire

$$(2) \qquad (\beta^\alpha \nabla_\alpha - \varepsilon)\psi = 0,$$

où les β^α sont les matrices vérifiant les relations

$$\beta^\alpha \beta^\beta \beta^\gamma + \beta^\gamma \beta^\beta \beta^\alpha = -(g^{\alpha\beta}\beta^\gamma + g^{\beta\gamma}\beta^\alpha).$$

Nous appelons *laplacien d'un spineur* ψ une fois contravariant, une fois covariant, l'opérateur Δ — manifestement auto-adjoint — défini par

$$(3) \quad \Delta\psi = -\gamma^\alpha\gamma^\beta \nabla_\alpha \nabla_\beta \psi = -\nabla_\alpha \nabla_\beta \psi \gamma^\beta \gamma^\alpha = -\nabla^\alpha \nabla_\alpha \psi + \frac{1}{4} R\psi + \frac{1}{8} R_{\alpha\beta,\lambda\mu} \gamma^\alpha \gamma^\beta \psi \gamma^\lambda \gamma^\mu,$$

où apparaît au dernier membre le tenseur de courbure. De l'équation de champ (1), il résulte que ψ satisfait « l'équation de Klein-Gordon »

$$(4) \qquad (\Delta - \varepsilon^2)\psi = 0.$$

Nous introduisons aussi l'opérateur :

$$D = M^2 = \beta^\alpha \beta^\beta \nabla_\alpha \nabla_\beta.$$

On vérifie aisément que pour tout spineur ψ,

(5) $$D\psi = \frac{1}{2}\Delta\psi - \frac{1}{4}\gamma^{\alpha}(\nabla_{\alpha}\nabla_{\beta}\psi + \nabla_{\beta}\nabla_{\alpha}\psi)\gamma^{\beta}.$$

2. Étudions les noyaux élémentaires $\Gamma^{\pm}(x, x')$ de l'opérateur $(\Delta - \varepsilon^2)$. Ce sont deux bispineurs-distributions solutions de ([5])

$$(\Delta_x - \varepsilon^2)\Gamma^{\pm}{}^{ar'}_{bs'}(x, x') = \delta^a_s \delta^r_b \,\delta(x, x')$$

admettant, pour x' donné, un support soit dans le futur, soit dans le passé de ce point. Posons

$$\gamma^{\alpha\beta} = i\gamma^{\alpha}\gamma^{\beta}, \qquad \gamma^{\alpha\beta\gamma} = i\gamma^{\alpha}\gamma^{\beta}\gamma^{\gamma}, \qquad \gamma^{\alpha\beta\gamma\delta} = \gamma^{\alpha}\gamma^{\beta}\gamma^{\gamma}\gamma^{\delta},$$

les indices étant supposés tous distincts. On obtient aisément la formule de décomposition

(6) $$4\,\delta^a_s\delta^r_b = \delta^a_b\delta^r_s + \frac{1}{1\,!}\gamma_{\alpha}{}^a_b\,\gamma^{\alpha}{}^r_s + \frac{1}{2\,!}\gamma_{\alpha\beta}{}^a_b\,\gamma^{\alpha\beta}{}^r_s + \frac{1}{3\,!}\gamma_{\alpha\beta\gamma}{}^a_b\,\gamma^{\alpha\beta\gamma}{}^r_s + \frac{1}{4\,!}\gamma_{\alpha\beta\gamma\delta}{}^a_b\,\gamma^{\alpha\beta\gamma\delta}{}^r_s.$$

Nous sommes ainsi conduits à introduire les noyaux $\Gamma^{(p)}$ ($p = 0, 1, \ldots, 4$)

$$\Gamma^{(0)}{}^{ar'}_{bs'} = \delta^a_b\,\delta^{r'}_{s'}\,G^{(0)}, \qquad \Gamma^{(1)}{}^{ar'}_{bs'} = \frac{1}{(1\,!)^2}\gamma^{\alpha}{}^a_b\,\gamma^{\lambda'}{}^{r'}_{s'}\,G^{(1)}_{\alpha\lambda'}, \qquad \Gamma^{(2)}{}^{ar'}_{bs'} = \frac{1}{(2\,!)^2}\gamma^{\alpha\beta}{}^a_b\,\gamma^{\lambda'\mu'}{}^{r'}_{s'}\,G^{(2)}_{\alpha\beta,\,\lambda'\mu'}, \ldots$$

où les $G^{(p)}$ sont les propagateurs (différence des noyaux élémentaires) relatifs à l'opérateur $(\Delta - \varepsilon^2)$ portant sur les tenseurs antisymétriques. De l'unité des solutions de l'équation homogène associée à $(\Delta - \varepsilon^2)$ et à support compact, soit dans le passé, soit dans le futur, on peut déduire

(7) $$4\,\Gamma^{ar'}_{bs'} = \sum_{p=0}^{4}\Gamma^{(p)}{}^{ar'}_{bs'},$$

où le propagateur spinoriel Γ est la différence des noyaux élémentaires $\Gamma^{\pm}$. Des propriétés des $G^{(p)}$ on peut déduire les résultats suivants :

a. Si $\bar{\Gamma}^{(p)}$ est l'adjoint de Dirac de $\Gamma^{(p)}$ $\left(\bar{\Gamma}^{(p)} = \gamma^0\gamma^{0'}\tilde{\Gamma}^{(p)}\gamma^{0'}\gamma^0\right)$, on a

$$\bar{\Gamma}^{(p)}(x, x') = \Gamma^{(p)}(x, x').$$

b. On a

$$(D_x - \varepsilon^2)\Gamma^{(0)} = 0, \qquad D_x\Gamma^{(1)} = \gamma^{\alpha}(d_x d_{x'} G^{(0)})_{\alpha\lambda'}\gamma^{\lambda'},$$

$$(D_x - \varepsilon^2)\Gamma^{(2)} = -\frac{1}{(2\,!)^2}\gamma^{\alpha\beta}(d_x d_{x'} G^{(1)})_{\alpha\beta,\,\lambda'\mu'}\gamma^{\lambda'\mu'},$$

$$D_x\Gamma^{(3)} = \frac{1}{(3\,!)^2}\gamma^{\alpha\beta\gamma}(d_x d_{x'} G^{(2)})_{\alpha\beta\gamma,\,\lambda'\mu'\nu'}\gamma^{\lambda'\mu'\nu'}, \qquad D_x\Gamma^{(4)} = 0,$$

où d est l'opérateur de différentiation extérieure. Il en résulte

$$D_x\Gamma(x, x') = D_{x'}\Gamma(x, x').$$

c. On vérifie sur la décomposition de Γ que

(8) $$\{\beta^{\alpha}\nabla_{\alpha}(D_x - \varepsilon^2) - \beta^{\lambda'}\nabla_{\lambda'}(D_{x'} - \varepsilon^2)\}\,\Gamma(x, x') = 0,$$

3. D'après les résultats précédents, le noyau

$$B(x, x') = \frac{1}{2i}\left(\beta^{\alpha}\nabla_{\alpha} - \beta^{\lambda'}\nabla_{\lambda'} + \frac{1}{\varepsilon}D_{x} - \frac{1}{\varepsilon}\beta^{\alpha}\beta^{\lambda'}\nabla_{\alpha}\nabla_{\lambda'}\right)\Gamma(x, x')$$

satisfait

$$\overline{B}(x, x') = B(x', x)$$

et

$$(\beta^{\alpha}\nabla_{\alpha} - \varepsilon)B = \frac{1}{2i\varepsilon}\{\beta^{\alpha}\nabla_{\alpha}(D_{x} - \varepsilon^{2}) - \beta^{\lambda'}\nabla_{\lambda'}(D_{x'} - \varepsilon^{2})\}\Gamma(x, x').$$

Ainsi la formule

$$(9) \qquad [\psi(x), \psi(x')]_{-} = \frac{1}{2i}\left(\beta^{\alpha}\nabla_{\alpha} - \beta^{\lambda'}\nabla_{\lambda'} + \frac{1}{\varepsilon}D_{x} - \frac{1}{\varepsilon}\beta^{\alpha}\beta^{\lambda'}\nabla_{\alpha}\nabla_{\lambda'}\right)\Gamma(x, x')$$

nous fournit un commutateur rigoureusement compatible avec (1) et se réduisant à celui de la théorie classique de Petiau-Duffin-Kemmer dans le cas de l'espace-temps plat.

(1) G. PETIAU, *Thèse*, Paris, 1936; R. J. DUFFIN, *Phys. Rev.*, 54, 1938, p. 1114; N. KEMMER, *Proc. Roy. Soc.*, A, 173, 1939, p. 91.

(2) Les notations sont celles d'une Note antérieure : *Comptes rendus*, 252, 1961, p. 3742. En particulier, les indices grecs sont les indices tensoriels, les indices latins les indices spinoriels.

(3) *Prog. Theor. Phys.*, 9, 1953, p. 1.

(4) Voir *Comptes rendus*, 249, 1959, p. 1329 et 2287; 250, 1960, p. 3122.

(5) $\delta(x, x')$ est le biscalaire de Dirac.

ÉLECTROSTATIQUE. — *Développement en série du potentiel au voisinage de l'arête d'un conducteur mince ayant la symétrie de révolution.* Note (*) de M. **Émile Durand**, transmise par M. Léopold Escande.

M. K. Houalla ([1]) a étudié l'arête d'un disque plat conducteur, normal à l'axe de révolution (*fig.* 1). Il part d'un développement suivant les puissances croissantes de $R = r/a$ du type

$$(1)\qquad V = V_0 + \sum_{n=1}^{\infty}\sum_{m=1}^{n}\left\{A_{nm}R^{n-\frac{1}{2}}\cos\left(m-\frac{1}{2}\right)\theta + B_{nm}R^{n}\sin(m\theta)\right\}$$

qui satisfait aux conditions aux limites $V = V_0$ quand $\theta = \pm\pi$. En annulant les termes du laplacien ΔV, écrit dans le système de coordonnées r, θ de la figure 1, on trouve que tous les coefficients s'expriment en fonction des coefficients A_{ii} et B_{ii} qui restent arbitraires et l'on obtient le développement cherché. En fait, le développement donné par cet auteur n'est pas satisfaisant car il est inutilement compliqué.

Quand on considère le développement (1) jusqu'aux termes en R^4 et qu'on annule dans ΔV les termes jusqu'à la puissance R^2 incluse, le développement correct ([2]) s'écrit :

$$(2)\qquad \begin{aligned} V = V_0 &+ A_{11}\left\{R^{\frac{1}{2}}\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) - \frac{R^{\frac{3}{2}}}{4}\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) + \frac{R^{\frac{5}{2}}}{160}\left[8\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) + 9\cos\left(\frac{3\theta}{2}\right)\right]\right. \\ &\qquad\left. + \frac{R^{\frac{7}{2}}}{1920}\left[120\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) + 64\cos\left(\frac{3\theta}{2}\right) + 75\cos\left(\frac{5\theta}{2}\right)\right]\right\} \\ &+ A_{22}\left\{R^{\frac{3}{2}}\cos\left(\frac{3\theta}{2}\right) - \frac{R^{\frac{5}{2}}}{4}\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) + \frac{R^{\frac{7}{2}}}{160}\left[15\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) + 16\cos\left(\frac{3\theta}{2}\right)\right]\right\} \\ &+ A_{33}\left\{R^{\frac{5}{2}}\cos\left(\frac{5\theta}{2}\right) - \frac{R^{\frac{7}{2}}}{4}\cos\left(\frac{3\theta}{2}\right)\right\} + A_{44}\left\{R^{\frac{7}{2}}\cos\left(\frac{7\theta}{2}\right)\right\} \\ &+ B_{11}\{R\sin\theta\} + B_{22}\left\{R^2\sin(2\theta) - \frac{R^3}{4}\sin\theta + \frac{5}{48}R^4\sin(2\theta)\right\} \\ &+ B_{33}\left\{R^3\sin(3\theta) - \frac{R^4}{4}\sin(2\theta)\right\} + B_{44}\{R^4\sin(4\theta)\}. \end{aligned}$$

Nous nous proposons ici d'établir un développement analogue à (1) pour le voisinage de l'arête d'un cylindre (*fig.* 2). Nous écrirons ce développement sous la forme générale

$$(3)\qquad V = V_0 + \sum_{n=1}^{\infty}\sum_{m=1}^{n}\left\{A_{nm}R^{\frac{n}{2}}\sin\left(\frac{m}{2}\theta\right) + B_{nm}R^{\frac{n+1}{2}}\left[\cos\left(\frac{n+1}{2}\theta\right) - \cos\left(\frac{m-1}{2}\theta\right)\right]\right\}.$$

Ce développement (3) satisfait aux conditions aux limites $V = V_0$ quand $\theta = 0$ et $\theta = \pi$, si m et n sont des entiers de même parité. On peut séparer les valeurs paires et impaires en posant $n = 2k$, $m = 2l$ ou

$n = 2k - 1$, $m = 2l - 1$. On obtient alors l'expression

$$(4) \quad V = V_0 + \sum_{k=1}^{8} \sum_{l=1}^{k} \Big\{ A_{kl} R^{k-\frac{1}{2}} \sin\left(l - \frac{1}{2}\right)\theta + B_{kl} R^{k+\frac{1}{2}} \left[\cos\left(k + \frac{1}{2}\right)\theta - \cos\left(l - \frac{1}{2}\right)\theta\right] + C_{kl} R^k \sin(l\theta) + D_{kl} R^k [\cos(k\theta) - \cos(l-1)\theta] \Big\}.$$

Nous allons maintenant choisir certains des coefficients arbitraires A_{kl}, B_{kl}, C_{kl}, D_{kl}, pour que ΔV, qui se présente aussi sous la forme d'un développement suivant les puissances croissantes de R, soit nul jusqu'à une certaine puissance de R fixée *a priori*.

Pour cela il faut d'abord écrire le laplacien avec les coordonnées r, θ et φ de la figure 2, l'angle φ étant la rotation autour de l'axe de révolution.

Ces coordonnées r, θ, φ formant un système de coordonnées orthogonales, la nouvelle forme de l'équation de Laplace s'obtient sans difficulté, soit

$$(5) \qquad \Delta V = \frac{\Delta' V}{a^2 (1 + R \sin\theta)} = 0,$$

avec

$$(6) \qquad \begin{cases} \Delta' V = (1 + R \sin\theta)\, \delta V + \sin\theta \dfrac{\partial V}{\partial R} + \dfrac{\cos\theta}{R} \dfrac{\partial V}{\partial \theta}; \\ \delta V = \dfrac{\partial^2 V}{\partial R^2} + \dfrac{1}{R} \dfrac{\partial V}{\partial R} + \dfrac{1}{R^2} \dfrac{\partial^2 V}{\partial \theta^2}. \end{cases}$$

En prenant le développement (4) jusqu'à R^4 inclus et en écrivant qu'on a $\Delta' V = 0$ jusqu'aux termes en R^2 inclus, on obtient les relations suivantes pour les coefficients :

$$(7) \qquad \left| \begin{array}{ll}
B_{11} = \frac{1}{4} A_{11}, & D_{11} = C_{21} = 0, \\
A_{22} = B_{22} = 0, & D_{21} = \frac{1}{4} C_{11}, \\
B_{21} = \frac{1}{4} A_{22}, & D_{22} = 0, \\
A_{31} = \frac{7}{48} A_{11}, & C_{31} = \frac{1}{4} C_{11}, \\
A_{32} = \frac{3}{32} A_{11}, & C_{32} = D_{31} = 0, \\
B_{31} = \frac{11}{128} A_{11}, & D_{32} = \frac{1}{4} C_{22}, \\
B_{32} = -\frac{7}{120} A_{11} - \frac{1}{10} A_{22} + \frac{1}{4} A_{33}, & D_{33} = C_{41} = 0, \\
B_{33} = -\frac{5}{128} A_{11}, & C_{42} = \frac{1}{6} C_{22}, \\
A_{41} = \frac{3}{32} A_{22}, & C_{43} = 0, \\
A_{42} = \frac{13}{80} A_{22}, & D_{41} = \frac{3}{32} C_{11}, \\
A_{43} = 0; & D_{42} = 0, \\
 & D_{43} = -\frac{5}{48} C_{11} + \frac{1}{4} C_{33}, \\
 & D_{44} = 0.
\end{array} \right.$$

Les coefficients A_{ii} et C_{ii} restent arbitraires et les autres s'expriment en fonction d'eux. En portant ces relations (7) dans le développement (4), on obtient le développement cherché sous la forme

$$
\begin{aligned}
(8)\quad V = V_0 & + A_{11}\Big\{R^{\frac{1}{2}}\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) - \frac{R^{\frac{3}{2}}}{4}\left[\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) - \cos\left(\frac{3\theta}{2}\right)\right] + \frac{R^{\frac{5}{2}}}{96}\left[14\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) + 9\sin\left(\frac{3\theta}{2}\right)\right] \\
& \qquad - \frac{R^{\frac{7}{2}}}{1920}\left[165\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) - 112\cos\left(\frac{3\theta}{2}\right) - 75\cos\left(\frac{5\theta}{2}\right) + 22\cos\left(\frac{7\theta}{2}\right)\right]\Big\} \\
& + C_{11}\Big\{R\sin\theta - \frac{R^2}{4}[1-\cos(2\theta)] + \frac{R^3}{4}\sin\theta - \frac{R^4}{96}[9 - 10\cos(2\theta) + \cos(4\theta)]\Big\} \\
& + A_{22}\Big\{R^{\frac{3}{2}}\sin\left(\frac{3\theta}{2}\right) - \frac{R^{\frac{5}{2}}}{4}\left[\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) - \cos\left(\frac{5\theta}{2}\right)\right] + \frac{13}{80}R^{\frac{7}{2}}\sin\left(\frac{3\theta}{2}\right)\Big\} \\
& + C_{22}\Big\{R^2\sin(2\theta) - \frac{R^3}{4}[\cos\theta - \cos(3\theta)] + \frac{R^4}{6}\sin(2\theta)\Big\} \\
& + A_{33}\Big\{R^{\frac{5}{2}}\sin\left(\frac{5\theta}{2}\right) - \frac{R^{\frac{7}{2}}}{4}\left[\cos\left(\frac{3\theta}{2}\right) - \cos\left(\frac{7\theta}{2}\right)\right]\Big\} \\
& + C_{33}\Big\{R^3\sin(3\theta) - \frac{R^4}{4}[\cos(2\theta) - \cos(4\theta)]\Big\} + A_{44}\Big\{R^{\frac{7}{2}}\sin\left(\frac{7\theta}{2}\right)\Big\} + C_{44}\{R^4\sin(4\theta)\}.
\end{aligned}
$$

Ce développement permet de calculer numériquement le potentiel aux sept points noirs de la figure 3 en fonction du potentiel des huit points

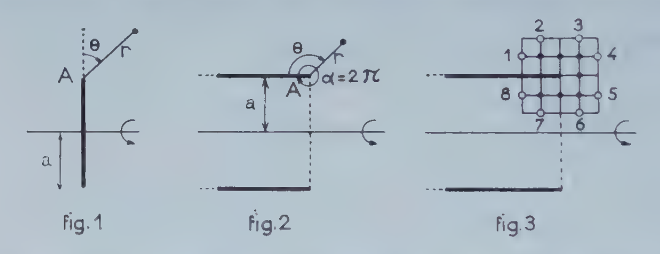


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3

blancs qui les entourent. On obtient ainsi de bonnes valeurs numériques alors que les formules classiques introduisent des erreurs considérables.

(*) Séance du 31 juillet 1961.

(1) *Comptes rendus*, 252, 1961, p. 1098.

(2) Travail non publié de K. Houalla.

CHIMIE MACROMOLÉCULAIRE. — *Préparation par voie anionique de copolymères greffés.* Note de MM. **Yves Gallot**, **Paul Rempp**, **Henri Benoît**, présentée par M. Georges Champetier.

L'action de polyesters de la série acrylique sur des polymères « vivants » monocarbanioniques permet d'obtenir des copolymères greffés. Les fluctuations en composition à l'intérieur d'un échantillon sont négligeables et la distribution des masses moléculaires résulte essentiellement de celle du polymère support.

Les polymérisations de type anionique en phase homogène effectuées à basse température et en atmosphère inerte conduisent à des polymères pourvus d'extrémités carbanioniques. Les carbanions styryle sont parmi les plus réactifs et l'on peut faire réagir de nombreuses substances sur les polystyrènes « vivants ». En particulier, avec les esters le mécanisme réactionnel est le suivant :

$$\mathrm{CH_3{-}\overset{\overset{\displaystyle\wr}{CH_2}}{\underset{\underset{\displaystyle\wr}{CH_2}}{C}}{-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}{-}OCH_3} + :\overset{(-)}{\underset{\varphi}{\mathrm{CH}}}{-}\mathrm{CH_2}\!\sim\!\sim \;\rightarrow\; \mathrm{CH_3{-}\overset{\overset{\displaystyle\wr}{CH_2}}{\underset{\underset{\displaystyle\wr}{CH_2}}{C}}{-}\underset{O}{\underset{\|}{C}}{-}\underset{\varphi}{CH}{-}CH_2\!\sim\!\sim} + \mathrm{CH_3O^-}$$

Afin d'obtenir des polymères à degré de greffage contrôlé, nous avons fait réagir des polyesters de la série acrylique — par exemple le polyméthacrylate de méthyle sur des polystyrènes « vivants » monocarbanioniques. Ce type de greffage a été réalisé pour la première fois par Rempp, Volkov, Parrod et Sadron (1) et nous avons utilisé la méthode mise au point par ces auteurs.

En vue d'une étude systématique de la réaction de greffage, nous avons préparé divers échantillons de copolymère et mesuré par diffusion de lumière leurs masses moléculaires ainsi que celle du polystyrène prélevé avant greffage et celle du polyméthacrylate de méthyle de départ. Ces mesures ont été effectuées en solution benzénique : nous avons donc supposé que l'hétérogénéité du produit était suffisamment faible pour ne pas introduire d'erreurs appréciables sur les valeurs de la masse moléculaire (2). Les résultats de cette étude sont rassemblés dans le tableau I.

TABLEAU I.

N°	M_w polystyrène prélevé.	M_w polyméthacrylate de méthyle.	M_w copolymère.
Y_A	30 500	98 000	525 000
Y_B	10 500	98 000	382 000
Y_D	6 000	10 300	58 000

Ces résultats montrent que dans le cas le plus favorable on arrive à fixer près d'une quarantaine de chaînes de polystyrène par molécule de polyméthacrylate de méthyle.

Pour mieux caractériser le produit de la réaction, nous avons effectué sur l'échantillon Y_A un fractionnement soigné en utilisant la méthode préconisée par I. Mita ([3]), fractionnement dont les résultats figurent dans le tableau II.

TABLEAU II.

Fractionnement du copolymère Y_A.

N° de la fraction.	$\gamma = \frac{\text{précipitant}}{\text{solv.} + \text{préc.}}$.	Poids de la fraction (g).	% de MM dans la fraction.	M_w de la fraction par ddl/benzène.
1	0,627	0,115	20,85	–
2	0,634	0,375	13,05	$1,60.10^6$
3	0,639	0,565	13,00	1,43
4	0,645	0,945	11,90	0,98
5	0,651	0,780	11,73	0,78
6	0,657	0,705	10,90	0,68
7	0,664	0,745	10,86	$5,85.10^5$
8	0,667	0,775	10,82	5,45
9	0,678	0,525	10,80	4,40
10	0,688	0,800	10,78	3,75
11	0,704	0,815	10,48	2,45
12	0,731	0,505	10,35	1,40
13	0,760	0,460	2,14	0,63
14	0,908	1,870	0,0	0.30

L'examen de ces résultats nous suggère les remarques suivantes :

1° Le copolymère brut ne contient pas de polyméthacrylate de méthyle homopolymère : toutes les molécules de polyméthacrylate de méthyle ont subi des réactions de greffage. Il contient en revanche de l'homopolystyrène.

2° En éliminant l'homopolystyrène, on trouve à partir des résultats de diffusion de lumière sur le copolymère brut et sur le polystyrène prélevé une masse moléculaire M_w « corrigée » de 680 000. Par intégration sur la courbe de fractionnement relative au seul copolymère (fractions 2 à 12) on trouve pour celui-ci les valeurs $M_w = 675\,000$ et $\overline{M}_n = 442\,500$. Ceci confirme la validité du fractionnement et montre que la polydispersité du copolymère est relativement faible puisque $\overline{M}_w/\overline{M}_n = 1,52$. On remarquera que la courbe de distribution des masses moléculaires présente deux maximums ([4]).

3° Les 11 fractions consécutives de copolymère présentent des compositions très voisines, ce qui indique un taux de greffage uniforme dans tout l'échantillon. Si tel est le cas, la polydispersité du polyméthacrylate de méthyle de départ doit se retrouver dans celle du copolymère. Pour

vérifier cette hypothèse, nous avons soumis au fractionnement le polyméthacrylate de méthyle utilisé dans nos expériences de greffage et préparé lui-même par voie anionique. Les résultats de ce fractionnement (tableau III) confirment pleinement notre hypothèse; en particulier, on retrouve les deux maximums.

TABLEAU III.

Fractionnement du polyméthacrylate de méthyle.

N°	γ.	Poids.	%.	$\overline{M}_w$.
1.............	0,731	0,595	11,8	280 000
2.............	0,744	1,120	22,2	101 000
3.............	0,750	0,460	9,1	90 600
4.............	0,760	0,575	11,4	80 200
5.............	0,773	0,635	12,6	74 900
6.............	0,788	0,755	15,0	62 000
7.............	0,903	0,890	17,9	55 100

(1) *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1960, p. 919.
(2) W. BUSHUK et H. BENOÎT, *Canad. J. Chem.*, 36, 1958, p. 1616.
(3) *Thèse*, Strasbourg, 1959.
(4) *Macromol.*, 37, 1960, p. 143.

(*Centre de Recherches sur les Macromolécules, Strasbourg.*)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des oxy-3 triazoles-1.2.4 par condensation des thioamides et de l'hydrazinocarbonate d'éthyle.* Note (*) de M. **Marcel Pesson**, Mlle **Simone Dupin** et M. **Michel Antoine**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

La condensation des thioamides primaires et de l'hydrazinocarbonate d'éthyle conduit aux oxy-3 triazoles-1.2.4 substitués en 5. De même, les thioanilides et l'hydrazinocarbonate d'éthyle permettent de préparer les dérivés de l'oxy-3 phényl-4 triazole-1.2.4. Les thioamides substitués à l'azote par un radical saturé ne se condensent pas, il est alors néanmoins possible de réaliser la réaction en passant par l'intermédiaire des S-alcoylisothioamides.

Il est connu que l'hydrazine réagit facilement sur les thioamides pour donner les amidrazones correspondantes; en général, la réaction est effectuée à l'ébullition en milieu alcoolique [1]. Nous avons pensé que, dans des conditions voisines, l'hydrazinocarbonate d'éthyle devrait réagir sur les thioamides pour conduire, par l'intermédiaire des carbéthoxyamidrazones (I), aux oxy-3 triazoles-1.2.4 (II). Nous rapportons ici les essais effectués en ce sens.

$$\mathrm{R-C(=S)-NH-R'} + \mathrm{H_2N-NH-C(=O)-OC_2H_5}$$

$$\rightarrow \left[\mathrm{R-C(-NH-R')=N-NH-C(=O)-OC_2H_5}\right] \rightarrow \mathrm{R-C_5{=}N_1-N_2{=}C_3(-OH)-N_4(R')}$$

(I) (II)

En général, la réaction de l'hydrazinocarbonate d'éthyle sur les thioamides est plus difficile que celle de l'hydrazine : il est nécessaire d'opérer à des températures voisines de 150°. Cependant, l'emploi de la pyridine comme solvant (chauffage à reflux) nous a permis, dans certains cas, d'opérer à plus basse température. Quelles que soient les conditions opératoires, il ne nous a pas été possible d'isoler la carbéthoxyamidrazone intermédiaire (I) : on obtient directement l'oxytriazole (II). Le résultat de la réaction dépend beaucoup de la nature du thioamide mis en œuvre. Nos essais peuvent être résumés comme suit :

1° Si R' = H (thioamides primaires), la réaction s'effectue aisément et donne les oxy-3 triazoles-1.2.4 substitués en 5 :

Ainsi, le thiobenzamide conduit à l'oxy-3 phényl-5 triazole-1.2.4, F 320°, en bon accord, avec la littérature [2] (calculé %, C 59,62; H 4,38; N 26,07; trouvé %, C 59,21; H 4,77; N 26,55), l'α-pipéridinothioacétamide donne l'oxy-3 pipéridinométhyl-5 triazole-1.2.4, F 229-230° (calculé %, C 52,73; H 7,74; N 30,75; trouvé %, C 52,62; H 8,36; N 30,92).

2° Si R′ est un substituant aromatique, la réaction a lieu également sans difficulté : nous avons ainsi obtenu, à partir des thioanilides correspondantes : l'oxy-3 phényl-4 méthyl-5 triazole-1.2.4, F 155°; l'oxy-3 phényl-4 butyl-5 triazole-1.2.4, F 119° (calculé %, C 66,34; H 6,96; N 19,34; trouvé %, C 66,31; H 7,11; N 19,54); l'oxy-3 phényl-4 cyclohexyl-5 triazole-1.2.4, F 209-210° calculé %, C 69,11; H 7,04; N 17,27; trouvé %, C 69,19; H 7,39; N 17,29); l'oxy-3 diphényl-4.5 triazole-1.2.4, F 259-260° ([3]), ([4]) (calculé %, C 70,87; H 4,67; N 17,71; trouvé %, C 70,58; H 4,63; N 17,75); l'oxy-3 phényl-4 γ-diéthylaminopropyl-5 triazole-1.2.4, isolé sous forme de chlorhydrate, F 196° (décomposition) calculé %, C 57,91; H 7,4; N 18,02; Cl 11,41; trouvé %, C 57,55; H 7,82; N 18,63; Cl 11,35).

3° Si R′ est un substituant saturé, la cyclisation directe ne paraît pas avoir lieu dans les conditions décrites précédemment. Ainsi, le N-cyclohexylthiobenzamide (III), chauffé avec l'hydrazinocarbonate d'éthyle, soit à sec à 150°, soit en présence de pyridine n'a pu être cyclisé contrairement à son isomère, le thioanilide de l'acide cyclohexylcarboxylique.

Il est cependant possible de réaliser alors la synthèse en passant par l'intermédiaire des S-alcoylisothioamides dont le groupement alcoylmercapto est suffisamment réactif pour permettre l'attaque nucléophile par l'hydrazinocarbonate d'éthyle. Ainsi, (III) traité par le sulfate de méthyle conduit au S-méthyl N-cyclohexylisothiobenzamide (IV) qui réagit sur l'hydrazinocarbonate d'éthyle en présence d'acide acétique, dès 100° pour conduire à l'oxy-3 cyclohexyl-4 phényl-5 triazole-1.2.4 (V), F 213-214° (calculé %, C 69,11; H 7,04; N 17,27; trouvé %, C 68,86; H 6,97; N 17,59).

S=C(–C₆H₅)–NH–C_6H_{11} (III) —SO_4Me_2→ H_3CS–C(–C₆H₅)=N–C_6H_{11} (IV) → HO–triazole(N–N, N–C_6H_{11})–C₆H₅ (V)

Au cours de ce travail, nous avons également étudié la condensation du thiobenzamide et du thioamide de l'acide α pipéridinoacétique avec la benzhydrazide. La réaction a lieu aisément, dans les mêmes conditions que pour l'hydrazinocarbonate d'éthyle; nous avons ainsi obtenu le diphényl-3.5 triazole-1.2.4, F 191-192° ([5]) et le phényl-3 pipéridinométhyl-5 triazole-1.2.4, F 150° (calculé %, C 69,39; H 7,49; N 23,12; trouvé %, C 69-67; H 7,64; N 23,4).

(*) Séance du 24 juillet 1961.

([1]) M. Muller, *Ber. der deutschen Chem. Gesells.*, 19, 1886, p. 1669.

([2]) G. Young et E. Wilham, *J. Chem. Soc.*, 77, 1900, p. 228.

([3]) B. Oddo et Ferrari, *Gaz. Chim. Ital.*, 45 (1), 1915, p. 427.

([4]) M. Busch et Schneider, *J. prakt. Chem.*, 89, (2), 1914, p. 324.

([5]) M. R. Atkinson et J. B. Polya, *J. Chem. Soc.*, 1954, p. 3319.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Structure atomique du formiate de strontium dihydraté* Note (*) de MM. **Jean-Louis Galigné** et **Jean Falgueirettes**, présentée par M. Jean Wyart.

Le groupe de symétrie et les paramètres du formiate de strontium dihydraté $Sr(HCOO)_2, 2H_2O$ ont été déterminés par Nitta [1] qui a trouvé : Système orthorhombique groupe de symétrie $P\,2_1 2_1 2_1$ avec $a = 7{,}30$; $b = 11{,}99$; $c = 7{,}12$ Å. Les diagrammes de rétigraphe utilisés pour la détermination de la structure ont confirmé ces résultats.

On obtient facilement de fines aiguilles parallèles à $\vec{c}$ par évaporation lente d'une solution aqueuse, par contre pour obtenir un cristal allongé suivant $\vec{a}$ il est nécessaire de tailler un gros cristal.

L'absorption est très importante à cause du strontium : le coefficient linéaire d'absorption est $\mu = 140$. Il est donc nécessaire d'employer des cristaux très fins de section cylindrique.

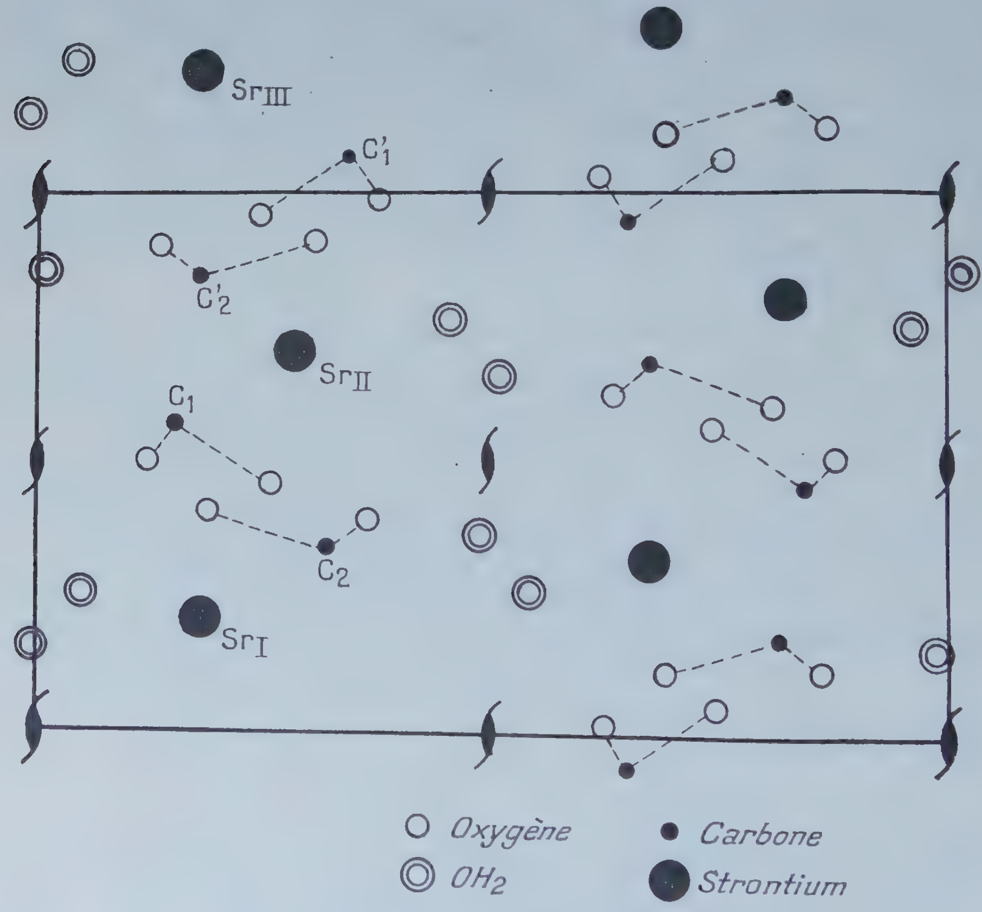


Fig. 1. — Projection de la structure sur (100).
$b = 11{,}99$ Å, $c = 7{,}12$ Å.

Projection Oyz. — L'étude d'une projection de Patterson sur le plan (100) ne permet de localiser que les atomes de strontium, les autres pics étant trop faibles par rapport aux pics Sr-Sr. La projection de Fourier obtenue en utilisant la méthode de l'atome lourd n'est pas très nette. Après de nombreux essais nous avons obtenu des positions atomiques donnant un assez bon accord entre les facteurs de structure observés et calculés. Le raffinement au moyen des séries différences nous a amenés à

$$R = \frac{\Sigma F_0 - F_c}{\Sigma F_0} = 0,15.$$

Avec les coordonnées suivantes, l'origine étant placée au centre de symétrie de la projection

	Sr.	C_1.	C_2.	O_1.	O'_1.	O_2	O'_2.	O_3.	O_4.
$\frac{y}{b}$	0,1793	0,245	0,325	0,253	0,125	0,366	0,190	0,010	0,045
$\frac{z}{c}$	0,1974	0,553	0,332	0,447	0,493	0,386	0,395	0,149	0,250

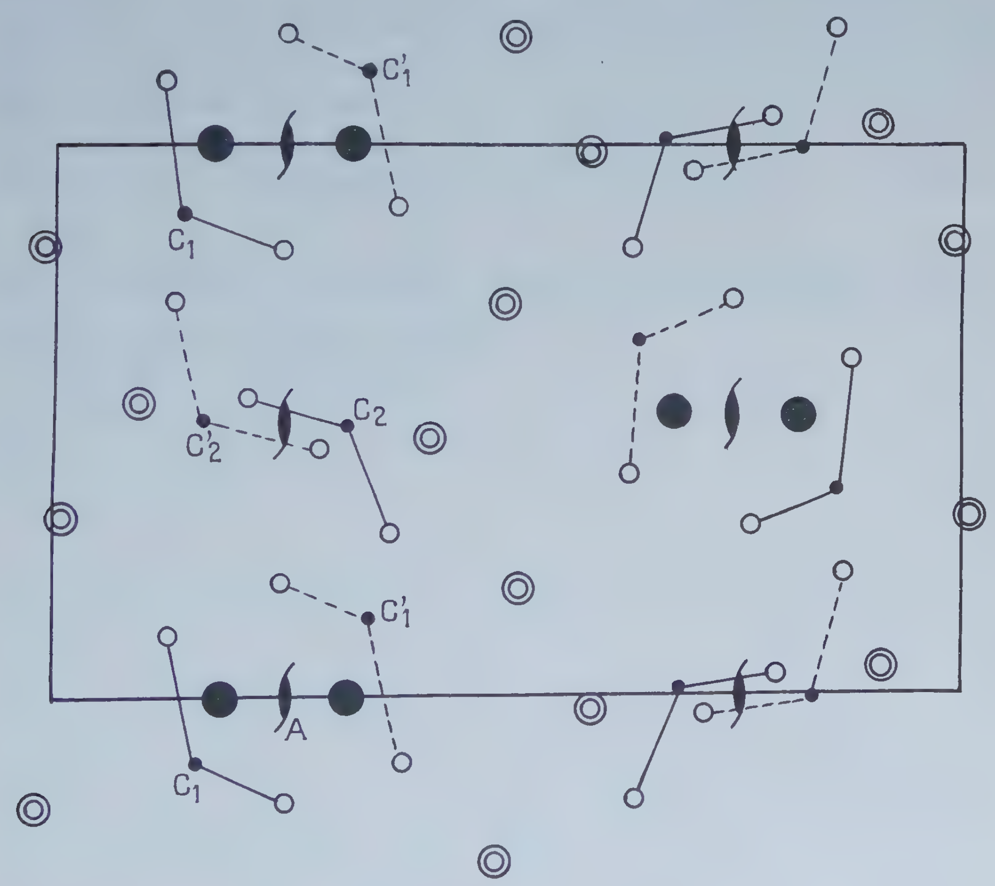


Fig. 2. — Projection de la structure sur (001), origine en A.
$a = 7,30$ Å, $b = 11,99$ Å.
Molécules comprises entre Sr$_{\text{I}}$ et Sr$_{\text{II}}$ (*fig.* 1);
» » » Sr$_{\overline{\text{II}}}$ et Sr$_{\text{III}}$.

Nous avons donné à tous les atomes un coefficient d'agitation thermique B = 2.

*Projection xy*O. — Une première étude nous a conduits aux valeurs suivantes de x/a (origine au centre de symétrie de la projection)

	Sr.	C_1.	C_2.	O_1.	O'_1.	O_2.	O'_2	O_3.	O_4.
$\frac{x}{a}$	0,0000	−0,131	+0,486	−0,200	0,132	0,294	0,530	0,799	0,510

En gardant constants les coordonnées y/b et le coefficient d'agitation thermique B = 2, nous avons trouvé R = 0,19.

Nous nous proposons de reprendre l'étude de cette projection car nous avons utilisé un cristal qui s'est avéré trop gros, et dont la section n'était pas parfaitement cylindrique. De ce fait les erreurs de mesures dues à l'absorption sont assez grandes, d'autre part nous avons dû faire une correction d'extinction secondaire très importante.

Conclusion. — Les coordonnées des atomes de strontium sont très précises dans les deux projections (± 0,0001). Ces atomes sont situés dans deux plans parallèles au plan (100) aux niveaux $x = 0$ et $x = 1/2$. Dans chacun de ces plans ils forment une ligne brisée et la distance Sr-Sr est égale à 3,93 Å. Les atomes d'oxygène des deux molécules d'acide formique se trouvent sensiblement dans le plan perpendiculaire à la droite Sr-Sr, les molécules d'eau se plaçant aux sommets de la ligne brisée.

(*) Séance du 24 juillet 1961.

(1) Nitta, *Scientific Papers of the Institute of Physical and Chemical Research*, 9, n° 162, 1928.

(*Laboratoire de Minéralogie et Cristallographie, Faculté des Sciences, Montpellier.*)

CRISTALLOGRAPHIE. — *Données cristallographiques sur deux formes du sulfate anhydre de cadmium.* Note (*) de M. **Jean Coing-Boyat**, transmise par M. Louis Néel.

$CdSO_4$ présente deux formes cristallographiques : l'une, α, apparaît dès que le sel est anhydre, l'autre, β, est stable au-dessus de 800°C environ, mais peut être trempée. Ces deux formes sont orthorhombiques; α appartient au groupe d'espace D_2^3-P $2_1 2 2_1$, et $a = 4{,}71_3$ Å, $b = 4{,}69_8$ Å, $c = 6{,}55_3$ Å; β appartient au groupe d'espace D_{2h}^{17}-*Cmcm* et au type de structure de $CrVO_4$; $a = 5{,}31_0$ Å, $b = 8{,}15_7$ Å, $c = 7{,}18_0$ Å.

Faisant suite à une étude radiocristallographique des sulfates anhydres de métaux divalents [1], la présente Note traite de deux formes, α (ordinaire) et β (hautes températures) du sulfate de cadmium [2].

Les études des deux formes ont été faites au moyen de diffractogrammes Debye-Scherrer, à la radiation $K\alpha_1$ du cobalt ($\lambda = 1{,}788\,92$ Å).

α-$CdSO_4$. — Les mesures faites sur diffractogrammes soignés ont permis de conclure que α-$CdSO_4$, en apparence quadratique, était orthorhombique, d'affecter des indices à toutes les raies observées (tableau I), et de déterminer la maille :

$$a = 4{,}71_3\ \text{Å} \pm 0{,}003, \qquad b = 4{,}69_8\ \text{Å} \pm 0{,}003,$$
$$c = 6{,}55^3\ \text{Å} \pm 0{,}004, \qquad U = 145{,}1\ \text{Å}^3 \quad (^3).$$

Connaissant le volume réticulaire U et la densité mesurée de $CdSO_4$, $4{,}69_1$, il a été aisé de calculer le nombre Z d'unités $CdSO_4$ contenues dans la maille : $Z = 1{,}966 \# 2$; donc $Z = 2$ et la densité théorique du cristal est $d_x = 4{,}77$. La maille compte donc $2\,Cd^{++}$, $2\,S^{6+}$ et $8\,O^{=}$.

Les mesures d'intensités de raies ont permis d'effectuer des projections de Patterson d'où n'ont été déduites que les positions approximatives des ions les plus diffusants :

$$Cd^{++} :\ 0,\ 1/8,\ 0 \quad \text{et} \quad 1/2,\ 7{,}8,\ 1/2; \qquad S^{6+} :\ 0,\ 3/8,\ 1/2 \quad \text{et} \quad 1/2,\ 5{,}8,\ 0.$$

Les réflexions systématiquement absentes étant les (*hoo*), (*ool*) et (*hol*) dont, respectivement, *h*, *l* et *h* + *l* sont impairs, les groupes d'espace possibles sont D_{2h}^{13}, C_{2v}^7 et D_2^3. Mais D_{2h}^{13}-P *mnm* et C_{2v}^7-P *mn* 2_1 comportent des plans de symétrie perpendiculaires à *a* et distants de *a*/2. Or $a/2 = 2{,}35_6$ Å. Le minimum absolu de distance entre ions oxygène étant 2,40 Å, ces derniers devraient alors être tous situés sur les deux séries de miroirs (dont l'équidistance est *a*), ce qui est en contradiction avec la disposition tétraédrique attendue des ions $O^{=}$ autour des ions S^{6+}. Au contraire, le groupe D_2^3-P $2_1 2 2_1$, qui ne comporte pas de plan de symétrie, ne présente de règles d'extinction générales que pour les réflexions (*hoo*) et (*ool*) (*h* et *l* doivent être pairs), mais les positions spéciales **a** et **b** impliquent la règle spéciale $h + l = 2n$ pour les réflexions (*hol*). Or, on peut placer

TABLEAU I.

Diagramme D — S *de* $\alpha.CdSO_4$.

hkl.	I_0.	d_0.	d_c.	*hkl*.	I_0.	d_0.	d_c.
010.....	20	$4,7_1$	$4,6_{98}$	032.....	1	$1,41_{21}$	$1,41_{30}$
101.....	46	$3,8_3$	$3,8_{26}$	312.....	20	$1,356_0$	$1,356_2$
011.....			$3,8_{18}$	204.....	14	$1,34_{48}$	$1,345_1$
110.....	100	$3,3_{28}$	$3,3_{27}$	024.....			$1,343_7$
002.....	85	$3,2_{81}$	$3,2_{77}$	223.....	15	$1,323_2$	$1,323_4$
111.....	91	$2,9_{71}$	$2,9_{66}$	230.....	5	$1,304_7$	$1,304_2$
012.....	5	$2,68_{75}$	$2,68_{75}$	214.....	11	$1,29_{24}$	$1,293_2$
200.....	35	$2,35_{57}$	$2,35_{67}$	124....			$1,292_3$
020.....			$2,34_{92}$	231.....	3	$1,27_{84}$	$1,279_0$
112.....	53	$2,33_{63}$	$2,33_{43}$	303.....	2	$1,27_{40}$	$1,275_4$
021.....	38	$2,21_{16}$	$2,21_{12}$	033.....			$1,272_7$
210.....	36	$2,10_{35}$	$2,10_{62}$	105.....	4	$1,262_3$	$1,262_7$
120.....			$2,10_{19}$	015.....			$1,262_4$
211.....	25	$2,00_{64}$	$2,00_{53}$	313.....	25	$1,228_7$	$1,230_8$
103.....	30	$1,98_{24}$	$1,98_{17}$	133.....			$1,228_6$
013.....			$1,98_{07}$	115.....	5	$1,219_2$	$1,219_4$
202.....	35	$1,91_{37}$	$1,91_{30}$	232.....	10	$1,212_0$	$1,212_1$
022.....			$1,90_{90}$	400.....	3	$1,178_0$	$1,178_2$
113.....	29	$1,82_{68}$	$1,82_{60}$	040.....	3	$1,17_{38}$	$1,174_4$
212.....	31	$1,77_{05}$	$1,77_{18}$	025.....	8	$1,144_0$	$1,144_5$
122.....			$1,76_{94}$	410.....			$1,142_8$
220.....	3	$1,663_8$	$1,663_5$	411.....	6	$1,12_{21}$	$1,125_8$
004.....	14	$1,638_7$	$1,638_3$	141.....			$1,122_7$
221.....	33	$1,612_5$	$1,612_5$	323.....			$1,121_1$
023.....	20	$1,600_0$	$1,599_5$	215.....	4	$1,112_3$	$1,122_7$
030.....	2	$1,566_0$	$1,566_0$	125.....			$1,122_1$
014.....	2	$1,54_{56}$	$1,54_{69}$	330.....	10	$1,10_{89}$	$1,109_0$
301.....	9	$1,527_2$	$1,527_8$	402.....			$1,108_7$
213.....	10	$1,516_2$	$1,516_2$	042.....	21	$1,105_1$	$1,105_6$
123.....			$1,514_6$	314.....		$1,102_1$	$1,102_2$
310.....	10	$1,489_5$	$1,489_8$	134.....			$1,100_6$
114.....	16	$1,469_6$	$1,469_8$	331.....	23	$1,093_3$	$1,093_5$
311.....	36	$1,45_{02}$	$1,452_6$	006.....			$1,092_2$
131.....			$1,449_2$				

les $2Cd^{++}$ en 2**a** : 0, y, 0 et 1/2 $\bar{y}$, 1/2, avec $y \simeq 1/8$ et les $2S^{6+}$ en 2 **b** : 0, y, 1/2 et 1/2, $\bar{y}$, 0, avec $y \simeq 3/8$.

Les raies (hol) dont $h + l = 2n + 1$ ne seraient alors dues qu'aux ions O , de faible pouvoir diffusant vis-à-vis de Cd^{++} (et même de S^{6+}), ce qui expliquerait qu'on ne les détecte pas sur des diagrammes de poudre. Les huit ions O se partagent alors en deux groupes de quatre, O_1 et O_2, qui occupent chacun des positions générales 4**c** : xyz; $\bar{x}\,y\,z$; $1/2 - x$, y, $1/2 + z$; $1/2 + x$, $\bar{y}$, $1/2 - z$.

β-$CdSO_4$. — La forme β de $CdSO_4$ est orthorhombique :

$$a = 5{,}31_0\,\text{Å} \pm 0{,}005, \quad b = 8{,}15_7\,\text{Å} \pm 0{,}010, \quad c = 7{,}18_0\,\text{Å} \pm 0{,}005,$$
$$U = 311\,\text{Å}^3 \pm 0{,}9, \quad Z = 4, \quad d_x = 4{,}46.$$

Les réflexions (*hkl*) n'existent que si $h+k$ est pair et les (*hol*) que si *l*, et *h*, sont pairs. Ces règles d'extinction sont caractéristiques des groupes C_{2v}^{12} et D_{2h}^{17} (C *mcm*), ce dernier, holoédrique, étant le plus probable, d'ailleurs accepté pour la plupart des sulfates MSO_4 dont les dimensions de maille sont voisines (M = Mg, Ni, Co-II, Fe-II, Mn-II) ([1]), ([4]). L'isomorphie de β-$CdSO_4$ avec ces sulfates, suggérant que sa structure était du type $CrVO_4$ ([5]), a été confirmée par des essais réussis de syncristallisation.

TABLEAU II.

β-$CdSO_4$.

hkl.	I_0.	d_0.	d_c.	*hkl.*	I_0.	d_0.	d_c.
110.....	47	$4,45_4$	$4,45_0$	222.....	37	$1,891_3$	$1,891_0$
020.....	34	$4,08_1$	$4,07_9$	004.....	12	$1,79_{51}$	$1,79_{48}$
111.....	26	$3,78_6$	$3,78_2$	042....	15	$1,77_{25}$	$1,77_{30}$
002.....	23	$3,59_{06}$	$3,59_{00}$	310.....	6	$1,729_1$	$1,729_5$
021.....	14	$3,54_{96}$	$3,54_{60}$	133.....	4	$1,70_{12}$	$1,70_{20}$
112.....	100	$2,79_{77}$	$2,79_{41}$	114.....	15	$1,664_4$	$1,664_6$
022.....	12	$2,69_{55}$	$2,69_{48}$	024.....	19	$1,642_5$	$1,642_7$
200.....	19	$2,65_{60}$	$2,65_{50}$	240.....	5	$1,61_{54}$	$1,617_3$
130.....	39	$2,41_{96}$	$2,42_{00}$	150..... }	16	$1,558_2$	{ $1,559_4$
220.....	4	$2,22_{44}$	$2,22_{50}$	312..... }			{ $1,558_0$
202..... }	22	$2,13_{36}$	{ $2,13_{48}$	204..... }	13	$1,48_{45}$	{ $1,486_9$
221..... }			{ $2,12_{52}$	330..... }			{ $1,483_3$
023.....	4	$2,064_8$	$2,064_0$	242.....	25	$1,474_2$	$1,474_4$
040.....	10	$2,039_0$	$2,039_3$	134.....	18	$1,441_7$	$1,441_6$
132.....	22	$2,006_0$	$2,006_6$	152.....	7	$1,430_0$	$1,430_2$

Équidistances des plans réflecteurs : calculées, d_c ; observées, d_0.
Intensités observées des raies, I_0.

Il a ainsi été aisé de définir les positions des ions :

4 Cd^{++} en 4 **a** (2 *m*) : (0, 0, 0; 0, 0, 1/2) + (1/2, 1/2, 0);

4 S^{6+} en 4 **c** (*mm*) : (0, *y*, 1/4; 0, $\bar{y}$, 3/4) + (1/2, 1/2, 0);

16 $O^{=}$: 8 O_I en 8*f* (*m*) = ± (0, *y*, *z*; 0, *y*, 1/2 — *z*) + (1/2, 1/2, 0), 8 O_{II} en 8*g* (*m*) : ± (*x*, *y*, 1/4; $\bar{x}$, *y*, 1/4) + (1/2, 1/2, 0).

Les valeurs approximatives des paramètres : $y(S^{6+}) = 0,37$; $y(O_I) = 0,26_5$, $z(O_I) = 0,07_5$; $x(O_{II}) = 0,25$, $y(O_{II}) = 0,47_5$ impliquent les coordinences et les distances interioniques suivantes : six ions $O^{=}$ forment des octaèdres déformés autour des ions Cd^{++} : 4O_I à 2,23 Å et 2O_{II} à 2,24 Å; quatre ions $O^{=}$ forment des tétraèdres presque réguliers autour des ions S^{6+} : 2O_I à 1,52 Å et 2O_{II} à 1,58 Å.

(*) Séance du 31 juillet 1961.

([1]) J. Coing-Boyat, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 2109 et *Acta Crystallogr.*, 12, 1959, p. 939.

([2]) Les premiers résultats ont été exposés au *Congrès international de Cristallographie* de Cambridge en août 1960. Rés. comm. in *Acta Crystallogr.*, 13, 1960, p. 1018.

([3]) P. A. Kokkoros et P. J. Rentzperis, *Acta Crystallogr.*, 14, 1961, p. 329 ont adopté $a_0 = 4,709$ Å, $b_0 = 6,562$, $c_0 = 4,694$ et le groupe D_{2h}^{13}-*Pmmn*.

([4]) P. I. Dimaras, *Acta Crystallogr.*, 10, 1957, p. 313. P. J. Rentzeperis et C. T. Soldatos, *Acta Crystallogr.*, 11, 1958, p. 686.

([5]) K. Brandt, *Ark. Kemi, Min., Geol.*, 17 A, n° 6, 1943 et *Structure Reports*, 9, p. 181.

(*Laboratoire d'Électrostatique et de Physique du Métal, Grenoble.*)

EMBRYOLOGIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Épacridacées. Développement de l'embryon chez le* Dracophyllum secundum *R. Br.* Note de Mme **Marie Veillet-Bartoszewska**, présentée par M. René Souèges.

Le *Dracophyllum secundum* R. Br. appartient au même groupe embryogénique que les Éricacées dont il se distingue pourtant nettement par la différenciation très précoce du dermatogène dans les quadrants et l'absence des octants. Les Épacridacées semblent donc bien se rattacher au même phylum que les Éricacées, mais elles ont vraisemblablement évolué de façon tout à fait indépendante.

La très grande majorité des auteurs place la famille des Épacridacées, à côté des Éricacées, dans l'alliance des Éricales; Ph. Van Tieghem [1], cependant, les en distingue par leur androcée isostémone et il les rattache aux Solanales. Peu de chercheurs se sont intéressés jusqu'à présent à l'embryologie des Épacridacées et nul n'a encore décrit le mode de développement de l'embryon dans cette intéressante famille. Nous avons pu déterminer le type embryonomique auquel appartient *Dracophyllum secundum* R. Br. [2].

Les premières segmentations du zygote donnent lieu à la formation d'une tétrade *première* linéaire en C_2 (*fig.* 1 à 3), puis d'une tétrade *seconde* en A_2 (*fig.* 4 et 5). La cellule basale, *cb*, du proembryon bicellulaire donne naissance seulement à la base du suspenseur (*fig.* 2 à 10). La cellule inférieure, *ci*, de la tétrade *seconde* se divise en deux éléments superposés, *n* et *n'*, dont l'inférieur, *n'*, contribue à l'édification du suspenseur: la coiffe, *co*, est le plus souvent engendrée par *n*, cellule-fille supérieure de *ci*, ou parfois seulement par la cellule-fille supérieure de *n* (*fig.* 10).

A partir de l'étage intermédiaire, *m*, de la tétrade *seconde* s'organise la partie inférieure de la région hypocotylée avec les initiales de la stèle et de l'écorce au sommet radiculaire; ces initiales se forment par l'un ou l'autre des processus décrits par R. Souèges [3], qu'il a observés chez le *Pyrola rotundifolia* L. [4] et que nous avons retrouvés chez plusieurs Éricacées [5] : après isolement du dermatogène, ces initiales peuvent se séparer d'emblée par une cloison oblique (*fig.* 20 *à droite* et 23), ou bien s'individualiser après une première cloison horizontale (*fig.* 19) ou encore après une première division verticale (*fig.* 20 *à gauche* et 22).

L'étage supérieur, *cc*, de la tétrade *seconde* donne naissance à des quadrants circumaxiaux, *q* (*fig.* 6 et 7), comme chez les Éricacées [4], [5]; mais, contrairement à ce qui est de règle dans cette dernière famille, nous n'avons jamais observé, chez le *Dracophyllum*, la formation de deux étages d'octants à partir des quadrants. Ici, les quatre quadrants subissent des divisions tangentielles qui séparent d'emblée quatre cellules de dermatogène (*fig.* 10); les figures 8 et 9, qui représentent deux plans parallèles du même embryon montrent cette division péricline de l'un des quadrants, tandis que les trois autres sont encore indivis. Dans quelques cas exceptionnels cependant, un ou deux des quadrants prennent une première cloison horizontale (*fig.* 11 et 12) qui suggère la formation de deux étages d'octants, *l* et *l'*, mais les quadrants frères du même proembryon présentent une cloison péricline. A un stade plus avancé, l'embryon figuré en 14 montre deux étages, *l* et *l'*, bien distincts qui sembleraient provenir de deux étages d'octants superposés. Ces derniers exemples se sont montrés extrêmement rares dans nos recherches, ils représentent un terme de transition entre le mode de division horizontale des quadrants en deux étages d'octants, classique chez les Éricacées, et le mode de division tangentielle que nous observons généralement chez le *Dracophyllum*.

Dans le groupe de cellules issues des quadrants, vont, par la suite, se délimiter deux étages, *l* et *l'* qui donnent naissance, le supérieur à la région cotylée *sensu lato*, *pco*, l'inférieur, à la région hypocotylée *phy* (*fig.* 20 à 27). Ces deux étages s'individualisent progressivement à la suite de plusieurs divisions radiales du dermatogène (*fig.* 13 à 20) et de la division transversale des cellules internes (*fig.* 17 à 20).

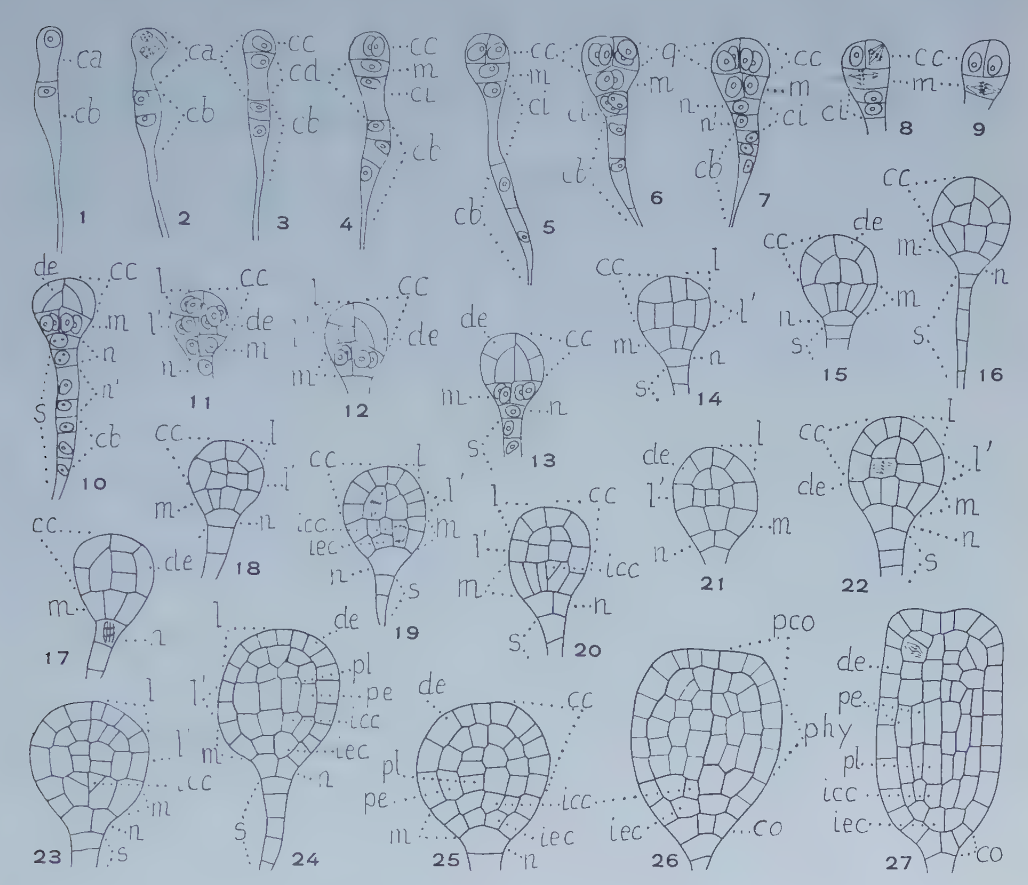


Fig. 1 à 27. — *Dracophyllum secundum* R. Br. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *cc* et *cd*, cellules-filles de *ca*; *m* et *ci*, cellules-filles de *cd*; *n* et *n'*, cellules-filles de *ci*; *q*, quadrants; *l* et *l'*, étages de cellules provenant des quadrants et formant respectivement les régions cotylée, *pco*, et hypocotylée, *phy*; *de*, dermatogène; *pe*, périblème; *pl*, plérome; *s*, suspenseur; *co*, coiffe; *iec* et *icc*, initiales de l'écorce et de la stèle de la racine. — En 8 et 9, deux coupes successives du même embryon. (G × 400.)

D'après la formule des destinées de $cd = 1/2\ phy + icc + iec + co + s$ (en partie) le *Dracophyllum secundum* R. Br. appartient au mégarchétype III, dans la seconde période de la classification embryogénique; il fait partie du 9e groupe, avec une tétrade *première* en C_2 et une tétrade *seconde* en A_2. Dans cette même case de la classification se placent toutes les Éricacées dont nous connaissons le type embryonomique [4], [5] : c'est là l'indice d'une parenté profonde entre Éricacées et Épacridacées. Néanmoins, une distinction extrêmement importante doit être faite entre ces deux familles : chez les Éricacées, en effet, les régions cotylée et hypo-

cotylée proviennent respectivement des deux étages d'octants, l et l', et leurs origines peuvent être décelées de façon très précoce; il n'en va pas de même chez le *Dracophyllum* qui pourrait sembler moins évolué puisque les origines de ces deux grandes régions du corps embryonnaire restent longtemps confondues en un seul étage issu des quadrants. Par contre, l'individualisation très précoce du dermatogène par divisions périclines des quadrants chez cette Épacridacée est un indice de perfection qui n'a encore jamais été observé chez les Dicotylédones, mais seulement, par R. Souèges [6], [7] et J.-L. Guignard [8], chez les Joncales et les Cypérales. Il est nécessaire d'étendre ces recherches embryogéniques à d'autres représentants de la famille des Épacridacées; ces premières observations confirment déjà l'opinion très généralement admise d'une parenté ancestrale entre Éricacées et Épacridacées; mais les plantes de cette dernière famille, typiquement australienne, auraient évolué indépendamment de façon tout à fait particulière.

(1) *Éléments de Botanique*, 2, Paris, 1918, p. 553.

(2) M. R. Carolin, « Lecturer in Botany » à l'Université de Sydney, nous a procuré le matériel de cette étude.

(3) *Embryogénie et Classification*, 2, Hermann, Paris, 1939, p. 70.

(4) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 635.

(5) *Comptes rendus*, 252, 1961, p. 1192.

(6) *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 705; 179, 1924, p. 198.

(7) *Bull. Soc. bot. Fr.*, 80, 1933, p. 51-69.

(8) *Comptes rendus*, 252, 1961, p. 2125.

(*Laboratoire de Botanique générale, Faculté de Pharmacie de Paris.*)

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Étude du métabolisme de la proline en relation avec la synthèse des pigments chez le Topinambour.* Note de M. **Henri Duranton** et Mlle **Monique Maille**, présentée par M. Raoul Combes.

Le métabolisme de la proline a été étudié à l'aide de jeunes plantules provenant de la culture *in vitro* de bourgeons prélevés sur des rhizomes de Topinambour. Les résultats obtenus indiquent une rapide intégration des carbones de la proline dans les pigments de la plante.

Nous avons montré récemment qu'il était possible d'obtenir de jeunes plantules aseptiques de Topinambour en cultivant *in vitro*, soit à l'obscurité, soit à la lumière, des bourgeons prélevés sur des rhizomes. Lorsque ces jeunes plantules absorbent de la proline ^{14}C, elles transforment cette molécule en divers composés. En particulier, nous avons retrouvé une fraction de la radioactivité dans les pigments [1]. Le protocole expérimental qui a conduit à ces résultats est le suivant :

De jeunes plantules provenant de la culture *in vitro* de bourgeons sont transplantées aseptiquement sur des milieux nutritifs contenant de la proline uniformément marquée au ^{14}C. Après huit jours de culture dans une salle à 25°C où règne une photopériode de 12 h, ces plantules sont prélevées puis broyées dans l'eau à 4°. Par centrifugation et décantation on obtient, d'une part un surnageant et d'autre part, un culot comprenant en particulier des chloroplastes plus ou moins altérés par le broyage. Les pigments se trouvant dans le culot sont extraits à l'acétone à 80 %, puis repris dans l'éther de pétrole. Cette phase éthérée est lavée à l'eau afin d'éliminer toute trace d'acétone et les pigments qu'elle renferme sont ensuite déposés au sommet d'une colonne de poudre de cellulose. Ils sont élués sélectivement par des solutions d'éther de pétrole contenant des taux croissants d'acétone. Quatre fractions sont ainsi séparées. Elles correspondent aux carétonoïdes, aux xanthophylles, à la chlorophylle *a* et à la chlorophylle *b* [2]. La bonne séparation des pigments est contrôlée par l'analyse de leur spectre d'absorption. La radioactivité de chaque fraction est ensuite déterminée et exprimée par rapport à la radioactivité totale absorbée par notre matériel végétal. Les résultats ainsi obtenus figurent au tableau I.

TABLEAU I.

Radioactivité des pigments évaluée en % de la radioactivité totale absorbée par les jeunes plantules.

	Plantules s'étant initialement développées à l'obscurité.	Plantules s'étant toujours développées avec une photopériode de 12 h.
Chlorophylle *a*	1,1	1,2
» *b*	0,6	0,5
Xanthophylles	0,05	0,31
Caroténoïdes	0,3	1,5

Nos résultats indiquent que la proline est utilisée par la plante pour synthétiser ses pigments. La rapidité de ces transformations apparaît avec les expériences de courte durée ainsi conçues. De jeunes pousses de Topinambour prélevées en plein champ sont mises en contact pendant 5 mn, par leur tige coupée, avec une solution aqueuse de proline ^{14}C. Elles sont ensuite transportées dans l'eau distillée. Six heures après, les pigments de ce matériel végétal sont extraits, séparés, purifiés et leur radioactivité déterminée. Elle est comparée à la radioactivité totale absorbée par la plante. Les résultats obtenus au cours de cette expérience sont rapportés dans le tableau II.

TABLEAU II.

Radioactivité des pigments évaluée en %
de la radioactivité totale absorbée par la jeune pousse de Topinambour.

Chlorophylle *a*	0,46
» *b*	0,09
Xanthophylles	0,05
Caroténoïdes	0,1

Ces résultats confirment nos précédentes observations qui indiquaient une participation de la proline à la synthèse de la chlorophylle chez le Topinambour.

Au cours de l'expérience qui vient d'être décrite nous avons constaté que 45 % de la radioactivité totale retrouvée dans la plante étaient localisés dans la proline absorbée par celle-ci mais non encore métabolisée. Dans ces conditions, en 6 h de temps, c'est environ 1 % de la proline utilisée par le végétal qui participe à la synthèse de la chlorophylle *a*. Ce pourcentage d'intégration du carbone de la proline dans la chlorophylle nous semble remarquable. Signalons que des expériences préliminaires de dégradation de la molécule de chlorophylle nous incitent à penser que cette intégration aurait lieu dans le noyau tétrapyrrolique de ce pigment plutôt que dans sa chaîne phytol.

Outre le marquage des chlorophylles, les tableaux I et II montrent la présence de radioactivité dans les xanthophylles et les caroténoïdes. Préoccupés par l'idée de contaminations radioactives possibles de ces fractions, nous avons procédé à la purification par chromatographie de la lutéine sur colonne de carbonate de calcium et du β-carotène sur colonne d'alumine. Nous avons ainsi vérifié la radioactivité de ces composés et déterminé leur activité spécifique (lutéine : 48 500 cm/mg; β-carotène : 51 300 cm/mg; ceci dans le cas de l'expérience correspondant au Tableau II) [3].

La mise en évidence de l'intervention de la proline dans la synthèse de la chlorophylle chez le Topinambour peut être rapprochée des observations de Breyhan, Heilinger et Fischnich. Ces auteurs signalent que les germes de pomme de terre à l'obscurité sont riches en proline libre. Il suffit de mettre ces germes à la lumière pour provoquer la disparition de

cette proline et la synthèse de chlorophylle. Ces auteurs émettent l'hypothèse de l'existence possible d'une liaison entre la proline et la formation de chlorophylle (4). Existe-t-il une relation étroite entre le métabolisme de la proline et celui de la chlorophylle? La présente Note et les observations précédentes semblent l'indiquer.

(1) H. Duranton et M. Maille, *Comptes rendus*, 253, 1961, p. 963.

(2) Notre technique de séparation des pigments a été mise au point dans le laboratoire de M. Roux, Service de Biologie, C. E. A.

(3) La purification de la lutéine et du β-carotène a été effectuée dans le laboratoire de M. Costes, C. N. R. A., Versailles.

(4) Th. Breyhan, F. Heilinger et O. Fischnich, *Landwirtschaftliche Forschung*, 12, 1959, p. 293-295.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Formation de plantules au sein des tissus de tomates cultivés* in vitro. Note (*) de M. **François Nysterakis**, transmise par M. Henri Gaussen.

Il est reconnu que les tomates contiennent de puissants inhibiteurs de la germination. En dépit de cela, des fragments de fruits verts, de tous âges, cultivés aseptiquement, donnent, *in situ*, des plantules. De toutes les substances expérimentées jusqu'ici pour augmenter le nombre de plantules, *l*-cystéine s'est montrée la plus favorable.

Dès 1958, la culture *in vitro* des tissus de fruits m'a réservé quelques surprises, d'abord à cause du comportement des tissus de haricots sur lequel je reviendrai ultérieurement, ensuite, d'*Ecbalium elaterium* [1] et enfin de tomates. J'ai déjà signalé [2] que des fragments de tomates cultivés dans des milieux à base de sels minéraux et de glucose, croissent abondamment. Ayant fait allusion à cette occasion à la germination « des graines », quelques précisions s'imposent.

Les tentatives poursuivies au cours des trois dernières années avaient *surtout* comme but, de préciser l'âge des fruits le plus propice pour l'obtention de plantules et de provoquer, à l'aide de composés connus, le développement de ces dernières ou d'augmenter leur nombre. Le mode opératoire et les principaux milieux utilisés sont ceux déjà indiqués [1], [2]. Les cultures ont été effectuées entre mai et novembre de chaque année. Sauf pour l'étude de l'importance variétale, les fragments prélevés provenaient de tomates d'une seule variété. Pour chaque cas, le nombre de cultures *stériles* en observation était de 20 ± 2, elles étaient maintenues dans une pièce du laboratoire, faute de place disponible dans la chambre conditionnée.

Les cultures âgées de 2 mois ont donné, ou non, des plantules. Dans l'un et l'autre cas, elles avaient souvent quelques graines immatures turgescentes, mûries ou présentant un début de germination imparfaite. Pour plus de clarté, j'ai indiqué dans le tableau I le nombre limite de plantules

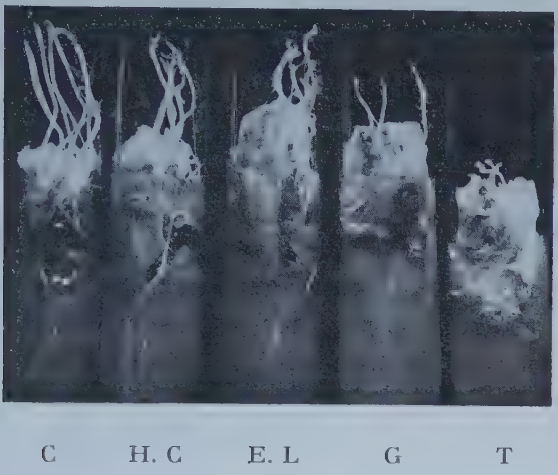
TABLEAU I.

Nombre limite de plantules par fragments cultivés sur milieu de base.
Au 60e jour, $20 \pm 5\%$ des cultures ont donné des plantules.

Variété (A, B, C) et date de cultures	Diamètre des tomates découpées.				
	1,5 cm.	2,5 cm.	3 cm.	4 cm.	7 cm.
A. 30 juill. 1958	0 à 2	0 à 2	0 à 3	0 à 5	0 à 6
B. 25 mai 1959	0 à 2	0	0 à 6	0 à 3	0 à 7
B. 5 août 1959	0 à 5	0 à 3	0 à 4	0 à 7	0 à 5
C. 13 mai 1960	0	0 à 4	0 à 6	0 à 2	0
A. 10 juin 1960	0 à 4	0 à 5	0	0 à 3	0 à 5

pourvues de racines, d'hypocotyles et de cotylédons nettement visibles, formées sur des cultures dans Knop 1/2 + 30 g de glucose et 10 g de gélose.

Une relation entre âge des fruits récoltés en 1958 (variété A) et nombre maximal de plantules développées par tube est apparu initialement, mais des répétitions ultérieures n'ont pas confirmé ce fait, sur la variété Saint-Pierre (A) utilisée en 1958 et au mois de juin 1960, ni sur les autres variétés.



C H. C E. L G T

Fig. 1.

Principales réactions de tissus de tomates cultivés dans : C, cystéine; H. C., hyd. de caséine; E. L, extrait de levure; G, glutathion; T, milieu de base (grandeur réduite d'environ 1/3).

L'action des substances chimiques a été éprouvée, sur fragments provenant de tomates ($d = 2,5$ cm) de la variété A. J'ai groupé dans le tableau II

Tableau II.

Réactions de tissus (1/8 tomate à $d=2,5$ cm) *cultivés le* 5 *août* 1959.

	% de cultures avec plantules.	Nombre moyen de plantules par culture (¹).	Longueur hypocotyles (cm).	Longueur racines (cm).
Milieu de base (g/l)	20	2	0,5 à 1,5	1 à 3
Glutathion (²), 50 mg	30	3	3 à 4	2 à 5
l-cystéine, 10 mg	40	5	3 à 4	3 à 5
Kinétine (³), 0,1 mg	20	2	0,5 à 2	1 à 2
AIA, 1 mg	20	2	1 à 2	1 à 2
AIA, 0,5 mg..................	20	3	0,5 à 1,5	1 à 2
AIA, 0,1 mg	20	2	1 à 2	1 à 3
2.4.5-T, 0,1 mg	10	2	0,5 à 2	0,5 à 1
Hyd. caséine, 500 mg	30	5	4 à 5	3 à 5
Extrait levure, 6 g.............	30	4	2 à 4	1 à 4
» malt, 5 g	20	2	1 à 2	2 à 4
Noix de coco, 150 ml	30	3	1 à 2	2 à 4

(¹) Ayant effectivement donné des plantules.
(²) Ajouté après stérilisation.
(³) Préparation du Docteur Morel.

les faits généraux concernant une des expérimentations et représenté dans la figure les réactions les plus caractéristiques. Ces résultats ont été retrouvés avec une bonne conformité au cours de quatre répétitions. Des conclusions sûres, relatives à l'importance variétale, l'âge des fruits ou encore l'action directe des composés expérimentés font, pour le moment défaut, du fait qu'aucune des substances expérimentées ne s'est *toujours* montrée capable de diminuer ou de faire disparaître les écarts individuels.

Nous pouvons retenir tout au plus que, aux doses utilisées, *l*-cystéine peut souvent doubler le nombre des cultures qui donnent des plantules, et augmenter aussi bien la croissance de ces plantules que leur nombre par culture; l'hydrolysat de caséine augmente surtout le nombre de plantules par culture et leur croissance, tandis que l'extrait de levure augmente le nombre de plantules et la croissance de leurs hypocotyles seulement. Les autres produits se sont montrés, soit inactifs, soit encore plus ou moins favorables pour la croissance de l'un ou l'autre organe des plantules. Je signalerai enfin que les doses de 10 à 100 mg/l de AIA suppriment toute croissance des « graines » mais non des tissus qui les entourent et que, en général, il n'y a pas de relation entre l'action d'un des composés utilisés sur la croissance des tissus, d'une part et la formation et la croissance des plantules, d'autre part.

Sans entrer dans des considérations bien connues, relatives aux blastokolines de A. Kockemann (1934), les fruits de tomates sont surtout réputés, à la suite des recherches de A. W. Reinhard (1933), pour être la source par excellence d'inhibiteurs très puissants; par surcroît, certains d'entre eux seraient responsables de la non germination des graines dans les fruits charnus, découpés ou non. On est en droit de supposer que la croissance des tissus de tomates, qui précède ou accompagne l'apparition de plantules *in situ*, provoque la « destruction » du ou des inhibiteurs en question. On peut également se demander si les plantules obtenues résultent du processus découvert sur les carottes par J. Reinert ([3]) ou simplement de la germination des « graines », comme chez les placentas de pavot cultivés par V. E. Pontovich ([4]). Sur ces points, j'aurai certainement l'occasion de revenir. Il n'en reste pas moins vrai que le comportement des tissus de tomates *in vitro*, soulève des questions, au moins embarrassantes, au sujet des inhibiteurs dits « polyvalents et résistants ». L'intérêt incontestable des faits obtenus ici résulte, pour ma part, dans l'obtention de plantules *in situ* lorsque des fragments de tomates sont cultivés dans des milieux contenant exclusivement des sels minéraux et du sucre.

(*) Séance du 31 juillet 1961.

([1]) F. NYSTERAKIS, *a. Comptes rendus*, 250, 1960, p. 1906; *b. Ibid.*, p. 2436.

([2]) F. NYSTERAKIS, *Comptes rendus*, 252, 1961, p. 1653.

([3]) J. REINERT, *Planta*, 53, 1959, p. 318.

([4]) V. E. PONTOVICH, *Fizio. Rasten. S. S. S. R.*, 6, n° 3, 1959, p. 303.

PHYSIOLOGIE. — *Études de la lipémie du Lapin et des facteurs qui la conditionnent. Influence de la cortisone.* Note (*) de MM. **Théophile Cahn** et **Jacques Houget**, présentée par M. Robert Courrier.

Chez le Lapin, la cortisone, à des doses de 0,5 à 11 mg/kg/jour, abaisse la lipémie pendant deux jours. Puis l'hyperlipémie débute, même si l'on interrompt les injections ou les réduit au 1/10e; elle doit être due non à la cortisone, mais à un facteur antagoniste; elle commence et s'accuse toujours 4 à 7 h après le début du repas; elle est beaucoup plus importante chez les femelles que chez les mâles.

Dès le début des recherches sur l'action de la cortisone, on a remarqué que ce corticostéroïde modifiait profondément la circulation des glucides et des lipides du sang. Certaines espèces (Rat, Cobaye, Lapin) au cours d'administrations répétées développent une hyperglycémie et une glucosurie alors que d'autres (Chien, Chat) ne présentent que des dérèglements beaucoup plus discrets. On a constaté très tôt, chez l'Homme, qu'à la suite de doses fortes et journalières, le sérum devenait lactescent et cette observation, étendue à l'animal, principalement au Lapin, a montré qu'on pouvait obtenir des lipémies considérables, caractérisées surtout par l'élévation des glycérides.

Nous avons examiné l'action de la cortisone en nous attachant essentiellement aux modifications que ce stéroïde entraîne dans les premières heures ou les premiers jours de son administration, parce que sur ces points on ne possède pratiquement pas de données. Nous ne connaissons guère en effet qu'une très brève indication de Kaplan et coll. [1] signalant que, chez le Chien, la cortisone et l'hydrocortisone entraînent au bout de 6 h une chute des lipides sanguins. Comme justement chez le Chien des doses journalières répétées de ces hormones ne produisent pas les augmentations des lipides sanguins qu'on constate dans d'autres espèces [2], on ne peut tenir pour général le fait signalé par Kaplan.

Nous avons utilisé dans nos expériences des lapins mâles et femelles de race Zoo élevés au laboratoire. La nourriture leur est donnée tous les jours à 11 h : elle comprend de l'avoine, de la luzerne et des choux, le total représentant 500 cal. Dans une première série, le premier jour est un jour témoin où nous faisons quatre prises de sang (1,5 à 2 ml), une juste avant de donner le repas, les autres 4, 7 et 24 h plus tard. Ces prises nous permettent grâce aux microméthodes déjà décrites [3] de connaître les valeurs de la glycémie et des différents constituants lipidiques du plasma au cours de l'alimentation. Les jours suivants, nous avons administré aux animaux des quantités d'acétate de cortisone (Roussel) variant de 0,5 à 6 mg/kg [4] en injection intramusculaire juste avant de leur donner leur repas et nous avons procédé aux mêmes prises de sang que le jour témoin. Chez tous les sujets le rythme alimentaire spontané n'a pas subi la moindre perturbation.

Dans cette série, nous avons donné la cortisone aux animaux pendant 2 jours et avons suivi l'évolution de la glycémie et de la lipémie pendant 3 jours, non compris le jour témoin.

Nous avons reporté dans le tableau I les variations moyennes des acides

gras totaux du plasma en les exprimant en pour-cent des valeurs de départ et nous avons séparé les résultats obtenus sur les mâles et les femelles puisque nous savons déjà ([5]) que les femelles ont en général des lipides plasmatiques plus élevés que les mâles et que nous avons constaté ici des variations plus amples chez les femelles.

Tableau I.

Variations des acides gras totaux du plasma de lapins recevant de la cortisone, en pour-cent des valeurs de départ.

		♂				♀			
Jour.	Cortisone.	0 h.	4 h.	7 h.	24 h.	0 h.	4 h.	7 h.	24 h.
1er......	0	100	116	101	92	100	123	112	115
2e......	+	100	57	54	63	100	81	70	43
3e......	+	63	65	72	72	43	85	96	65
4e......	0	73	142	163	153	70	188	243	150

On voit dans ce tableau que pendant le premier jour témoin 4 à 7 h après le début du repas il se produit l'augmentation nette du transport des lipides que nous avons signalée précédemment ([6]) et qui est due à la conversion en graisses d'une partie des glucides alimentaires. Lorsque les animaux reçoivent de la cortisone pour la première fois (2e jour) non seulement cette augmentation des lipides plasmatiques due à l'alimentation ne se constate plus, mais encore il se produit une chute profonde, évidente déjà au bout de 4 h. La baisse des lipides plasmatiques est beaucoup plus accentuée chez les femelles 24 h après la première injection de cortisone, atteignant pratiquement 60 % alors qu'elle ne dépasse guère 40 % chez les mâles. Le deuxième jour d'administration de la cortisone, le taux des acides plasmatiques se relève transitoirement chez les femelles montrant avec une intensité inhabituelle la « vague » d'hyperlipémie dans les 4 et 7 h qui suivent le début du repas. Ce phénomène n'apparaît pas chez les mâles dont la lipémie reste presque aussi basse que le jour précédent. Mais le jour suivant, alors qu'on n'administre plus de cortisone, on voit dans les premières heures qui suivent le repas et chez les deux sexes, la lipémie s'élever très fortement : la « vague » d'hyperlipémie due aux conversions est extrêmement accusée surtout chez les femelles. Il est très frappant alors de constater l'extraordinaire rapidité avec laquelle se fait l'augmentation du taux des acides gras totaux, puisque chez les femelles la teneur inférieure de 30 % à celle de la période témoin la dépasse de 140 % 7 h plus tard; sans être aussi impressionnante, la remontée chez les mâles a une pente analogue au moins dans les quatre premières heures qui suivent le début du repas.

Deux aspects nous semblent particulièrement importants à retenir : c'est premièrement le fait que la cortisone détermine d'abord une chute considérable des acides gras totaux estérifiés du plasma, chute au cours de laquelle disparaît complètement la « vague » d'hyperlipémie due aux conversions, bien que les animaux s'alimentent exactement au même rythme

que d'ordinaire. Le second fait remarquable est que la remontée en flèche des lipides sanguins, les portant très au-delà de leurs valeurs témoins, s'effectue alors que les animaux ne reçoivent plus de cortisone, et juste dans les premières heures qui suivent le début du repas journalier. Ces faits ne nous semblent explicables que si l'action propre de la cortisone est de diminuer le taux des lipides sanguins et que si l'organisme y réagit en mettant en œuvre un facteur antagoniste ayant pour effet de mobiliser les lipides de réserve, action qui apparaît sans contrainte lorsque cessent les injections de cortisone. Comme cette énorme augmentation de la lipémie débute justement dans les heures qui suivent le début du repas quotidien, il doit exister une liaison de ces phénomènes de mobilisation avec quelque modification de l'organisme due à l'acte alimentaire.

Rien de semblable n'existe en ce qui concerne le glucose sanguin puisque celui-ci commence à s'élever dès la première injection de cortisone et poursuit son ascension par paliers à chaque nouvelle injection.

Une seconde série d'expériences où nous avons donné pendant trois jours des quantités de cortisone allant de 5 à 11 mg/kg, puis pendant quatre jours des quantités 10 fois plus faibles, apporte confirmation des hypothèses précédentes : nous retrouvons en effet les trois premiers jours les chutes de lipémie que nous venons de voir et ce n'est que quand nous réduisons au 1/10e de leur valeur primitive les quantités de cortisone injectées que nous voyons se relever rapidement et considérablement la lipémie. Le phénomène s'amplifie les jours suivants et il devient éclatant que la lipémie des femelles s'élève beaucoup plus haut que celle des mâles puisque après 7 jours de cortisone, celle des femelles peut être décuplée et celle des mâles quadruplée. Nous confirmons les résultats de nos prédécesseurs : l'augmentation de la lipémie est alors essentiellement due à la montée considérable des triglycérides du plasma, les autres constituants, esters de cholestérol et phospholipides n'accusant que de beaucoup plus faibles augmentations.

(*) Séance du 31 juillet 1961.

(1) A. KAPLAN, S. JACQUES et M. GANT, *Amer. J. Physiol.*, 191, 1957, p. 8.

(2) C. I. WANG, L. E. SCHAEFER et D. ADLERSBERG, *End.*, 56, 1955, p. 628.

(3) J. HOUGET et G. BOUTOU, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 40, 1958, p. 1663.

(4) Remarquons que dans cette série pas plus que dans celle dont il sera parlé plus loin, nous n'avons constaté aucune liaison entre la dose de cortisone injectée (0,5 à 11 mg/kg) et les effets observés.

(5) TH. CAHN et J. HOUGET, *Comptes rendus*, 249, 1959, p. 2848.

(6) TH. CAHN et J. HOUGET, *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 200.

(*Institut de Biologie physicochimique*, 13, *rue Pierre-Curie*, *Paris*, 5e.)

HISTOCHIMIE. — *Sur la présence d'un pigment fluorescent de type porphyrinique dans la glande de Harder de* Meriones Crassus *Sundevall, de* M. Shawi *Duvernoy, de* M. Vinogradovi *Heptner et de* Gerbillus pyramidum *Geoffroy.* (*Rongeurs*, Gerbillidæ.) Note de Mlle **Lucie Arvy** et M. **Baldassare de Lerma**, présentée par M. Maurice Fontaine.

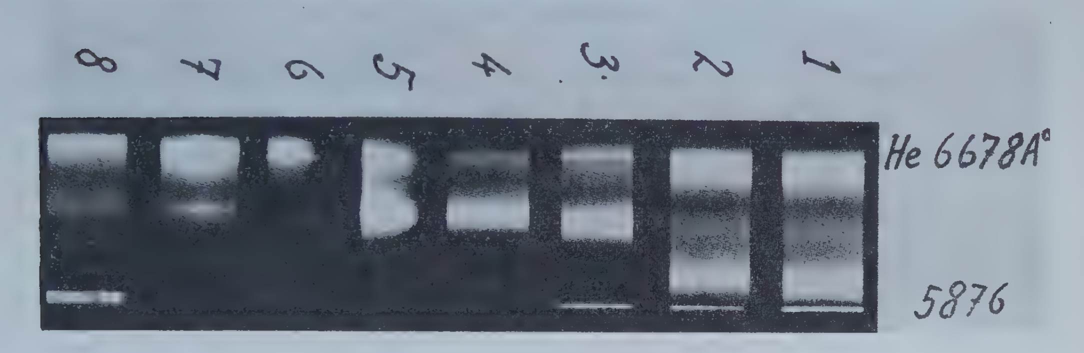
Caractérisation des pigments hardériens de quatre *Gerbillidæ* par leurs spectres d'émission de fluorescence.

Jusqu'à l'observation récente de l'un de nous (Arvy, 1954, inédit), nous admettions, avec les classiques, que la présence dans la glande de Harder d'un pigment de type porphyrinique était caractéristique des Rongeurs appartenant au genre *Mus* (*Mus decumanus* Pall., *M. musculus* Pall., *M. rattus* L.), qu'ils soient albinos ou pie, ce pigment étant absent chez la Grenouille, la Tortue, la Pie, la Poule, le Cobaye, le Lapin [Derrien et Turchini (1)].

En fait, l'examen systématique en lumière ultraviolette, des glandes de Harder de nombreux Mammifères a permis à l'un de nous de constater que certains Gerbillidés, tels ceux appartenant aux genres *Meriones* et *Gerbillus* (*Meriones crassus* Sundevall, *M. shawi* Duvernoy, *M. Vinogradovi* Heptner et *Gerbillus pyramidum* Geoffroy), possèdent dans leur glande de Harder un pigment de ce type. La genèse de ce pigment évolue de manière analogue chez le Rat [Arvy, 1951, inédit et Rapin (2)] et chez les Mérions (Arvy, 1954, inédit et Abou-Harb, 1958, inédit) : rare à la naissance, il devient particulièrement abondant dès que l'animal ouvre les yeux; dès l'âge de trois semaines les richesses apparentes en pigment porphyrinique des glandes de Harder des rats et des mérions dont nous disposions en 1954, étaient équivalentes à celles des animaux adultes.

Le pigment de la glande de Harder des *Meriones* et des *Gerbillus*, comme celui de la glande de Harder de *Rattus* est figuré : il apparaît finement granuleux dans l'épithélium de la glande et sous forme de flaques et d'amas dans la lumière des acini et des canaux excréteurs. Les caractères de solubilité du pigment des glandes de Harder des gerbillidés et des rats sont analogues. Exposées à un faisceau de rayons ultraviolets, les glandes de Harder des rats et des gerbillidés ne peuvent être distinguées les unes des autres, car elles ont la même fluorescence rouge-braise. Quand on examine les spectres de fluorescence ultraviolette des pigments hardériens, soit sur coupes à la congélation, soit sur écrasement de la glande, soit encore sur des extraits pyridiniques de la glande, on constate qu'ils rappellent plus ou moins celui d'une porphyrine. En effet, pour faciliter la caractérisation des pigments hardériens, nous avons comparé leurs spectres avec ceux d'une protoporphyrine pure fournie par la Maison Fluka; or, enre-

gistré sur plaques Ferrania, à l'aide du spectrographe mis au point par l'un de nous [3], le spectre de fluorescence du pigment hardérien en solution pyridinique consiste, chez le Rat, en une bande nette et très intense, dont l'axe correspond, à peu près, à la raie 6 678 Å de l'hélium, et en une deuxième bande, large, dont l'axe se situe vers 6 330-6 335 Å (*fig.* 4); c'est précisément, selon Dhéré [4], une bande dont l'axe se situe vers 6 342 Å (avec pour extrêmes 6 479 et 6 205 Å) qui caractérise le spectre de fluorescence de la protoporphyrine dans la pyridine. Pour la protoporphyrine de Fluka, nous avons trouvé la bande en question à peu près à 6 335 Å. De plus, dans HCl 2 N, les spectres de fluorescence de la protoporphyrine de Fluka et les extraits de la glande de Harder du Rat sont rigoureusement identiques (cf. *fig.* 1 et 2).



Comparaison des spectres de fluorescence : de protoporphyrine pure (1) et d'extrait de la glande de Harder de Rat (2) dans HCl 2 N; de protoporphyrine pure en solution pyridinique (3), du pigment hardérien du Rat, en solution pyridinique (4) et sur coupes à la congélation vues au microscope (5), avec les pigments hardériens, sur coupes à la congélation de glande de Harder, de *Meriones crassus* (6), de *M. shawi* (7) et de *Gerbillus pyramidum* (8).

Quand on étudie sur coupes à la congélation la fluorescence des glandes de Harder de *Gerbillus pyramidum* (*fig.* 8), on trouve, encore bien visible, quoique un peu affaiblie, la bande de 6 330 Å, tandis que pour les mérions (*Meriones crassus* et *M. shawi*) la bande en question est très faible (cf. *fig.* 6, 7 et 8); il s'agit ici, évidemment, d'un effet d'autoabsorption [de Lerma [5]] par le tissu hardérien, de la lumière de fluorescence émise par le pigment porphyrinique.

En définitive, les spectres de fluorescence des pigments hardériens que nous avons analysés sont du type protoporphyrinique (cf. *fig.* 1-3 avec *fig.* 2, 4, 5, 6, 7, 8).

Il n'est pas sans intérêt de noter qu'il existe de légères différences entre les spectres de fluorescence des gerbillidés d'espèces différentes (*Meriones crassus* et *M. shawi*; cf. *fig.* 6 et 7); il n'est pas invraisemblable d'envisager que les caractéristiques des spectres de fluorescence des pigments

hardériens pourraient apporter aux systématiciens des arguments valables pour la distinction parfois difficile, (6) (7) des diverses espèces de *Gerbillidæ*.

(1) *C. R. Soc. Biol.*, 91, 1924, p. 637.
(2) *Bull. Soc. zool. Fr.*, 77, 1952, p. 239.
(3) DE LERMA, *Die Anwendung von Fluoreszenzlicht in der Histochemie*, in *Hand. der Histochemie*, Fischer, Stuttgart, 1958, 159 pages, 36 figures.
(4) *La fluorescence en Biochimie*, Presses Universitaires de France, Paris, 1937, 318 pages, 27 planches hors texte.
(5) *Riv. Istochim. norm. patol.*, 5, 1954, p. 371-427.
(6) F. PETTER, *Mammalia*, 17, 1953, p. 281-294; 19, 1955, p. 391-398; 21, 1957, p. 111-120 et 241-257.
(7) A. ZAHAVI et J. WAHRMAN, *Mammalia* 21, 1957, p. 341-380.

(*Laboratoire de Physiologie du C. N. R. Z., à Jouy-en-Josas, France* et *Institut de Biologie générale de Naples, Italie.*)

BIOLOGIE. — *Comparaison des relations vasculaires hypothalamo-hypophysaires chez quelques espèces de Téléostéens.* Note de

M. **Ernest Follenius**, présentée par M. Maurice Fontaine.

Étude comparée de la vascularisation artérielle de l'hypophyse chez certaines espèces de Téléostéens Cypriniformes, Cyprinodontiformes et Perciformes : origine et rapports avec l'hypothalamus.

Les travaux de Green [1], Legait [2], Da Lage [3], Follenius [4] ont conclu à l'absence d'un système porte dans la vascularisation hypophysaire chez certains Téléostéens. Dudok de Wit et Brettschneider [5] avaient cependant décrit l'existence d'un réseau capillaire au niveau de la tige hypophysaire chez *Rhodeus amarus*. Ces conclusions contradictoires mettent en évidence une grande variabilité des rapports entre la vascularisation hypophysaire et l'hypothalamus selon l'espèce considérée. Cela nous incite à reprendre l'étude anatomique détaillée de la vascularisation artérielle de l'hypophyse des Téléostéens afin de préciser son origine et ses rapports avec l'hypothalamus.

Les espèces étudiées appartiennent à trois ordres différents :

Cypriniformes [6] : Cyprinidæ : *Rhodeus amarus* L.; *Leusciscus rutilus* L.; *Carassius vulgaris* N.; Siluridæ : *Ameiurus nebulosus* Raf.

Cyprinodontiformes : *Panchax lineatus; Xiphophorus helleri* H.; *Mollienisia sphenops* C. V.; *Lebistes reticulatus* R.

Perciformes : Percidæ : *Perca fluviatilis* L.

La technique d'étude est exposée dans notre précédent travail [4].

Chez les Cypriniformes, les rapports entre le système artériel de l'hypophyse et la base du diencéphale sont à quelques détails près identiques pour toutes les espèces considérées. Notre description correspond à la disposition rencontrée chez *Rhodeus amarus*. L'origine et le trajet de l'artère hypophysaire que nous avons pu déterminer ne correspondent pas à ceux indiqués par Dudok de Wit et Brettschneider [5]. En fait, le sang arrive à l'hypophyse par une artère hypothalamique médiane unique, qui assure à la fois l'irrigation d'une grande partie de l'hypothalamus et de l'hypophyse. Elle prend son départ en avant du chiasma à partir du point de jonction des rameaux communicants des artères cérébrales antérieures. Elle passe ventralement sous le chiasma et donne naissance à une forte branche qui pénètre verticalement dans le diencéphale, immédiatement en arrière du croisement des nerfs optiques. Par analogie avec les artères proencéphalique et mésencéphalique centrales définies par Krzanowska [7] on peut donner le nom d'artère centrale du diencéphale à cette branche. L'artère hypophysaire, formée par la partie terminale de l'artère hypothalamique médiane, est accolée à la base du diencéphale sur tout son trajet. Au niveau de la tige, elle se résoud en six à huit capillaires très fins

qui tissent un réseau superficiel. De là partent les capillaires qui s'insèrent dans la tige pour former le réseau vasculaire de l'hypophyse. Deux capillaires collectent une partie du sang ayant parcouru le système capillaire et l'acheminent vers les veines drainant les lobes inférieurs.

L'existence d'un réseau capillaire autour de la base de l'infundibulum et autour de la tige mérite d'être spécialement considérée. Dudok de Wit et Brettschneider [5] n'ont pas donné une interprétation très précise du rôle de ce système.

Sur les coupes transversales et frontales de spécimens injectés à l'encre de Chine et colorées à l'aldéhyde fuchsine, on constate :

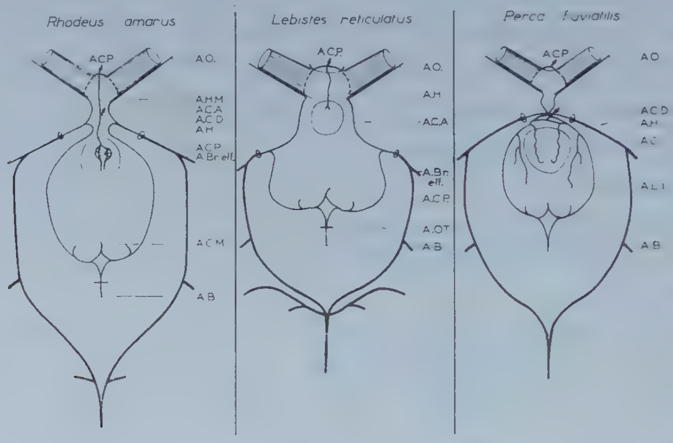


Fig. 1.

Schéma comparatif de la vascularisation artérielle dans la région hypophysaire chez trois Téléostéens. Les vaisseaux sont supposés projetés sur un plan horizontal situé au niveau de la base de l'encéphale.

A. Br. eff., artère branchiale efférente; A. B., artère basilaire; A. C. A., artère cérébrale antérieure; A. C. I., carotide interne; A. C. D., artère centrale du diencéphale; A. H., artère hypophysaire; A. H. M., artère hypothalamique médiane; A. C. M., artère centrale du mésencéphale; A. L. I., artère du lobe inférieur; A. O., artère optique; A. OT., artère otique; A. C. P., artère centrale du proencéphale.

— que le réseau capillaire reste toujours superficiel; il ne se forme pas d'anses capillaires pénétrant en profondeur dans le plancher de l'infundibulum ou dans la tige;

— que le plancher du diencéphale ne présente pas de différenciation anatomique ou histologique spéciale dans cette région.

On remarque cependant que les fibres neurosécrétoires allant vers l'hypophyse sont groupées par faisceaux situés au-dessus des différents capillaires du réseau. Cette relation de proximité est très nette et en tout cas tout à fait comparable à celle décrite chez les Sélaciens par Mellinger [8].

Il est assez difficile d'interpréter cette disposition en ne tenant compte que des arguments anatomiques et histologiques. L'ensemble n'est que peu différencié; il pourrait tout au plus représenter un rudiment de système porte.

Chez les Cyprinodontiformes ([4]) l'hypophyse est alimentée par une artère n'irriguant que cet organe. Elle mérite le nom d'artère hypophysaire dès son point de départ, situé sur le cercle de Willis. Son point d'origine et son trajet sont sensiblement identiques à ceux décrits pour l'artère hypothalamique médiane et l'artère hypophysaire chez *Rhodeus amarus*. Elle pénètre directement dans l'hypophyse sans entrer en contact avec la tige. Chez ces espèces l'absence de système porte est évidente.

Chez Perca fl. le système circulatoire artériel diffère sensiblement de ceux étudiés précédemment. Le cercle céphalique est fermé à l'avant. Les deux carotides internes fusionnent sur leur trajet à travers le myodome.

La vascularisation artérielle de l'hypothalamus et de l'hypophyse s'en trouve modifiée. L'hypothalamus est irrigué par une artère centrale du diencéphale formée par la fusion de deux artérioles qui dérivent des deux artères cérébrales postérieures. L'hypophyse reçoit son sang par deux artérioles issues symétriquement des deux cérébrales postérieures. Leur point d'origine se situe après celui des artérioles de l'artère centrale du diencéphale. Sur certains échantillons le point d'origine des deux systèmes peut être commun d'un côté. Les deux artères hypophysaires n'entrent pas en contact avec l'hypothalamus. Elles s'appliquent directement sur la face dorsale de l'hypophyse. Il n'y a pas de circulation porte chez la Perche.

L'étude comparative de la vascularisation artérielle hypophysaire mériterait d'être élargie aux autres ordres de Téléostéens, en vue de situer plus exactement le degré de spécialisation ou d'évolution de chaque type de disposition. Les espèces déjà étudiées nous permettent de mettre en évidence une certaine constance des rapports entre la circulation artérielle de l'hypophyse et l'hypothalamus à l'intérieur des deux ordres des Cypriniformes et des Cyprinodontiformes. Du point de vue anatomique on peut noter que chez les poissons à cercle céphalique ouvert, l'irrigation hypophysaire se fait par une artère dérivant des artères cérébrales antérieures. Chez la Perche, par contre, le cercle céphalique est fermé et l'irrigation de l'hypophyse est assurée grâce à des artérioles dérivant des artères cérébrales postérieures.

Parmi les ordres jusqu'ici examinés, un réseau capillaire susceptible de représenter un rudiment de système porte n'existe que chez les Cypriniformes.

([1]) J. D. GREEN, *Amer. J. Anat.*, 88, 1951, p. 225-311.
([2]) H. LEGAIT, *C. R. Soc. Biol.*, 151, 1958, p. 1940-1941.
([3]) C. DA LAGE, *Arch. Anat. micr. Morph. exp.*, 47, 1958, p. 401-446.
([4]) E. FOLLENIUS, *Ire Réunion Europ. Anat.*, Strasbourg, 1960.
([5]) S. DUDOK DE WIT et BRETTSCHNEIDER, *in* L. H. BRETTSCHNEIDER et DE WIT, Amsterdam Elsevier Publ. Co, 1947.
([6]) L. BERTIN, *in* P.-P. GRASSÉ, XIII, fasc. 3.
([7]) H. KRZANOWSKA, *Folia morph.*, 4, 1954, p. 257-272.
([8]) J. MELLINGER, *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 85, nº 1, 1960, p. 123-139.

(*Laboratoire de Zoologie et Embryologie Expérimentales, Université de Strasbourg.*)

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Détermination chromatographique des variations quantitatives des principaux acides organiques de la feuille de vigne.* Note (*) de M. **Jacques Delmas**, M[lle] **Nicole Poitou** et M. **Jean Bats**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

Dans le but d'apprécier l'influence de diverses conditions d'alimentation sur le cycle biochimique de la vigne, l'étude des acides organiques a été entreprise en 1959.

Au cours des recherches préliminaires, on a effectué la séparation des acides organiques. Ont été déterminés par chromatographie les taux des acides organiques les plus importants et leur variation en cours de végétation pour des cépages et des conditions de milieu donnés.

Les premiers résultats de cette étude sont exposés dans cette Note.

Technique. — La technique employée est celle de Bové-Raveux, mise au point par M[me] Lesaint, MM. Roux et Jolivet : extraction des acides organiques à l'alcool à 96° bouillant, suivie d'une seconde extraction à l'alcool à 60°, puis d'une extraction aqueuse en présence de résine « Dowex 50 ».

Les extraits sont débarrassés des cations et acides aminés par passage sur « Permutite 50 ». Les acides organiques sont fixés sur « Amberlite IRA 400 », puis élués par du carbonate d'ammonium.

Ces acides sont alors séparés par chromatographie sur colonne de silice au moyen de six mélanges éluants butanol-chloroforme de polarité croissante. Une séparation sur Dowex doit être par ailleurs effectuée afin de préciser certains résultats.

Après titration l'identification des acides est vérifiée par cochromatographie sur papier.

Le prélèvement est constitué par la seconde feuille normale des rameaux fructifères.

Résultats. — Les déterminations ont été faites, d'une part sur Baco 22 A, d'autre part sur Merlot.

Dans les deux cas et à tous les stades phénologiques, on note la prédominance des trois acides tartrique, malique et oxalique qui représentent 90 à 95 % de l'acidité organique totale, conformément aux résultats obtenus par divers auteurs (Amerine, Genevois, Stafford).

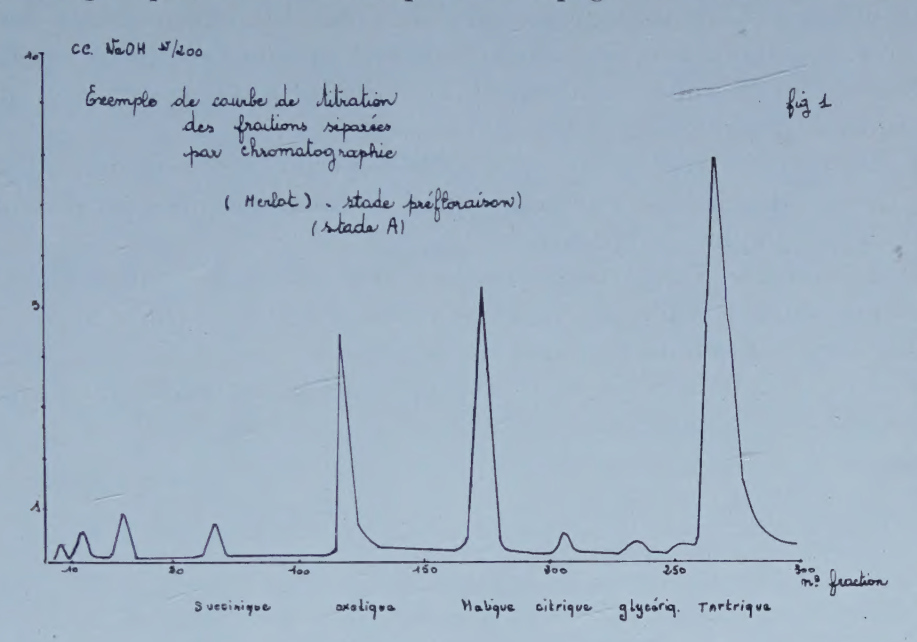
La figure 1 donne un exemple d'une séparation chromatographique sur silice.

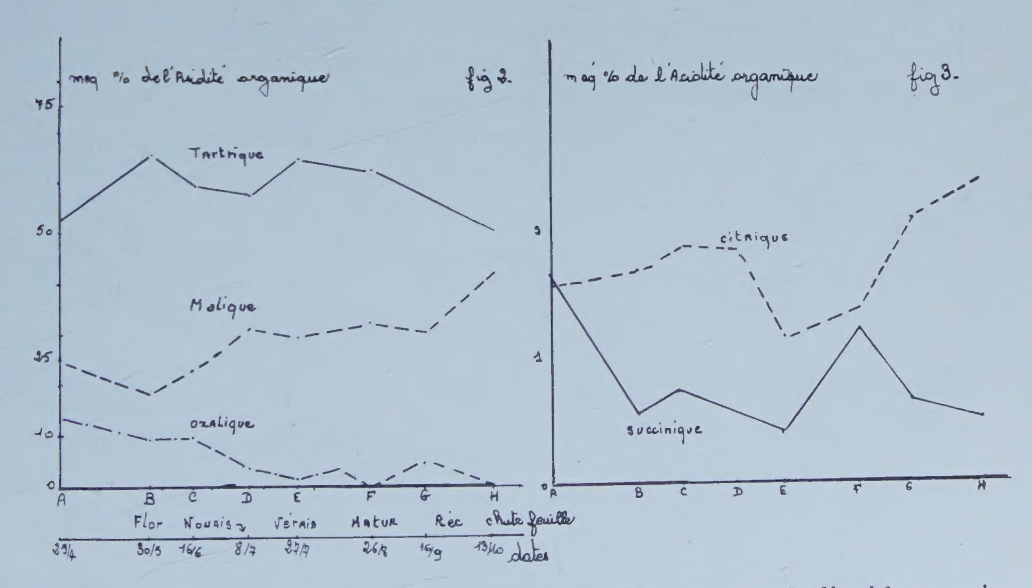
Sens général des variations observées en cours de végétation (Merlot). — 1° *Acidité totale et acidité organique.* — On observe une élévation de ces deux indices d'avril (très jeunes feuilles) jusqu'en juillet (début de véraison). Il faut signaler que des variations très grandes sont notées pendant cette période suivant les conditions du milieu et les cépages.

Une chute plus ou moins prononcée suivie d'une légère remontée est observée avant la récolte, après quoi les taux d'acidité chutent rapidement.

Il est à noter que la détermination de l'acide tartrique seul peut rendre compte de l'évolution générale de l'acidité organique totale.

2° *Acides principaux.* — Les résultats étant exprimés par rapport à l'acidité organique, on observe, pour le cépage considéré et dans des





conditions de milieu déterminées, une évolution inverse de l'acide tartrique et de l'acide malique et une chute du taux de l'acide oxalique jusqu'à la maturation des raisins avec une accumulation ultérieure jusqu'à la récolte (*fig.* 2).

3° *Autres acides.* — La chromatographie révèle notamment la présence d'acides fumarique, succinique, glycérique, citrique dont les taux toujours

très faibles varient dans des proportions relatives très grandes d'un stade à l'autre.

L'acide citrique et l'acide succinique présentent des évolutions différentes, le premier tendant à se maintenir dans les tissus à un taux légèrement croissant, le taux du second s'abaissant rapidement dès la floraison, pour se maintenir à un certain niveau moyen jusqu'en fin de végétation. Des accidents notables dont la reproductibilité reste à vérifier semblent marquer la période véraison-maturation (*fig.* 3).

CONCLUSION. — Cette étude préliminaire permet de confirmer la méthode de dosage des acides organiques par chromatographie sur colonne et cochromatographie sur papier.

Elle confirme l'importance relative des différents acides organiques présents dans la feuille de vigne et donne quelques précisions sur l'évolution de ces produits en cours de végétation.

L'étude est poursuivie dans l'optique de la recherche de l'influence des conditions d'alimentation.

(*) Séance du 31 juillet 1961.

(1) BOVÉ-RAVEUX, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1957; Centre Recherche I. F. A. C., Paris.
(2) LESAINT et ROUX, *Ann. Physiol. Végét.*, 1959, p. 83-92.
(3) AMERINE, *Proc. Amer. Hort. Sc.*, 1940-1942.
(4) GENEVOIS et coll., *Congrès International de Botanique*, Paris, 1954.
(5) STAFFORD, *Plant Physiol.*, 33, 1958, p. 194-199.
(6) DELMAS et POITOU, *C. R. Travaux Station Agronomie*, 1959 et 1960.
(7) G. RIBÉREAU-GAYON, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 3481 et 3606.
(8) DELMAS, POITOU et LEVADOU, 33e *Congrès International de Chimie Industrielle*, Bordeaux, septembre-octobre 1961.

(*I. N. R. A., Station d'Agronomie, Pont-de-la-Maye, Gironde.*)

La séance est levée à 15 h 17 m.

L. B.